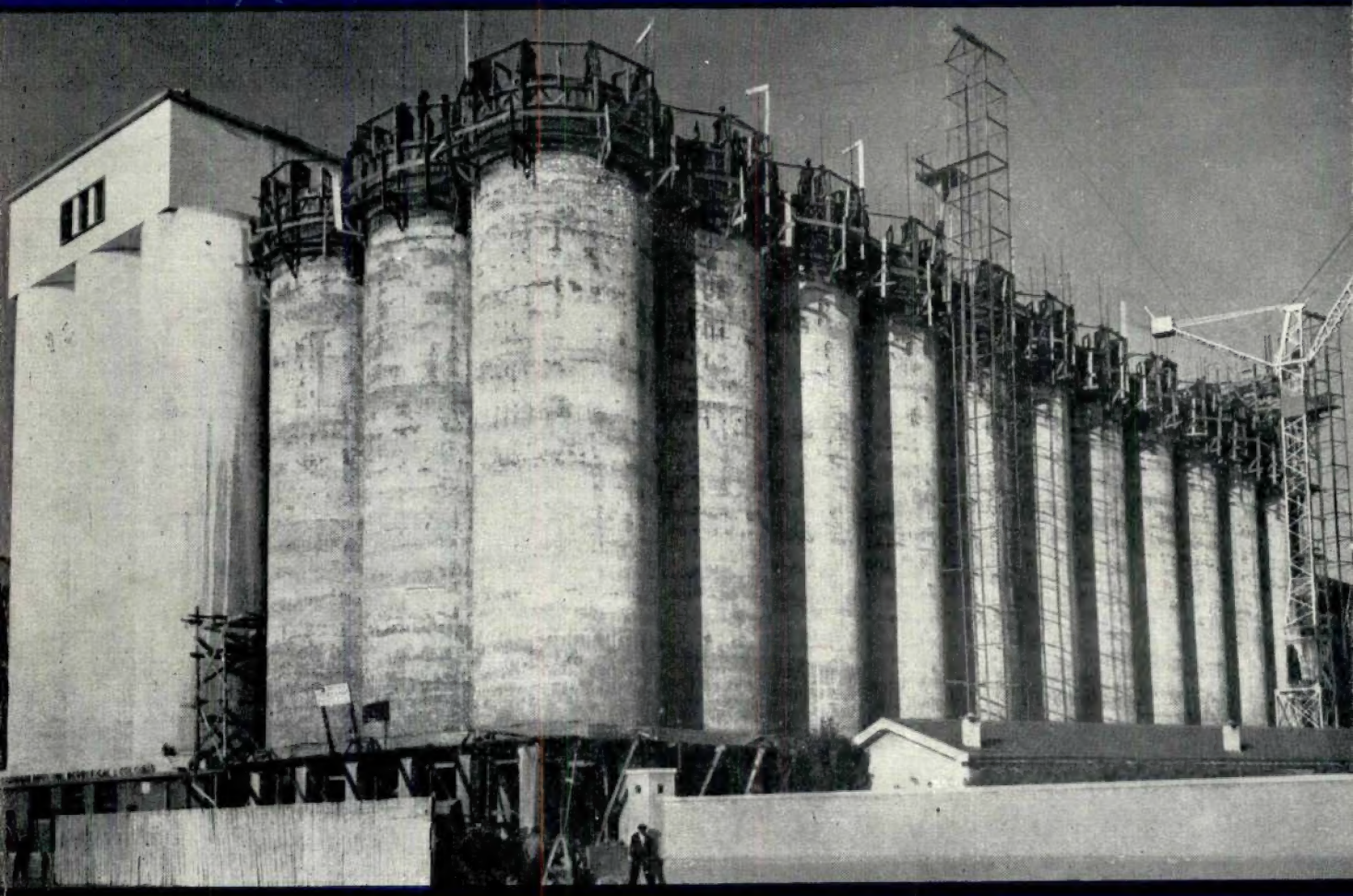
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 266 - NOVEMBRO - 1956

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.°

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA

LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649

PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

CAVAN

SOCIEDADE
PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA
LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA
ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42
TELEF. 47812-50129
LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXI - N.º 266 Novembro de 1956

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR

JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO

ADMINISTRADOR

CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA

SECRETÁRIO

RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

REDACTORES

JORGE AZEVEDO CIPRIANO

JOÃO CARLOS DA MAIA NOGUEIRA

MANUEL VAN'HOFF RIBEIRO

ORLANDO D'ALMEIDA PEREIRA

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	60$00	110$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

COMPOSTO E IMPRESSO NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103

LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Bateria de Silos em betão armado, de 33 células cilíndricas com 22 m de altura e 5,4 m de diâmetro interior. O conjunto, para 15.000 t de trigo, construído por moldes deslizantes pelo Eng.º Angelo J. Ramalheira destina-se à Companhia Industrial de Portugal e Colónias.

Págs.

Lógica simbólica

Pelo Eng.º Mec. (I. S. T.) António Gouvêa Portela 77

Previsão dos limites de consistência de solos e mistura de solos

Pelo Eng.º Manuel Pimentel Pereira dos Santos 89

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** . . . . . 98 e 110

A comparação dos consumos de energia eléctrica dos diferentes dias da semana por meio de factores de ponderação

Pelo Eng.º Elect. (U. P.) João Nunes Costa 99

Pontes e pontões — Sua secção de vazão

Pelo Eng. Civil (I. S. T.) Francisco Vaz Pacheco de Castro . . 111

Notas sobre as minas de ferro e manganês de Goa

Pelo Eng.º de Minas (U. P.) Abilino Vicente 127

Do Mundo Técnico 141

Biblioteca 149

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

Pág.

A

Agência Comercial, Ltd.ª XII
Agência Comercial Dinamarquesa, Ltd.ª XLI
Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª XI
Alfredo Alves . . . . . XXXVII e XLII
Ahlers, Lindley, Ltd.ª XXII
António Baró XIII
Azevedo & Pessi, Ltd.ª XXXVIII

B

Blackwood Hodge IV
Bouhon & Irmão, Ltd.ª XLII

C

Canelas & Figueiredo, Ltd.ª XVIII
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VI
Companhia União Fabril XLI
Construções Técnicas, Ltd.ª IX
C. Santos, Ltd.ª . . . . . V e XXXVI

E

Edmond Dardel II
Electro-Arco, Ltd.ª . . . . . 2.ª da capa
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XX
Empresa Electro Cerâmica VI
ENAE XVII
Empresa de Produtos Asfálticos. . . X
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Estabelecimentos Herold, Ltd.ª . . . XXXV

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XXXIII
Fábrica Portugal XIV
Fundição e Construção Mecânicas X

G

General Electric Portuguesa XXIV
Guedes & Santos Silva, Ltd. XLI

H

Harker, Summer & C.ª, Ltd.ª XLI
Heliaço, Lda. XX
Henriques & Castro, Ltd.ª IX

Pág.

I

INEL XXIII
IST XLII

J

Jayme da Costa, Ltd.ª XXI

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV

M

Manil XXX
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XXXVIII
Minas e Metalurgia XXIX
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . . . VIII e XL

P

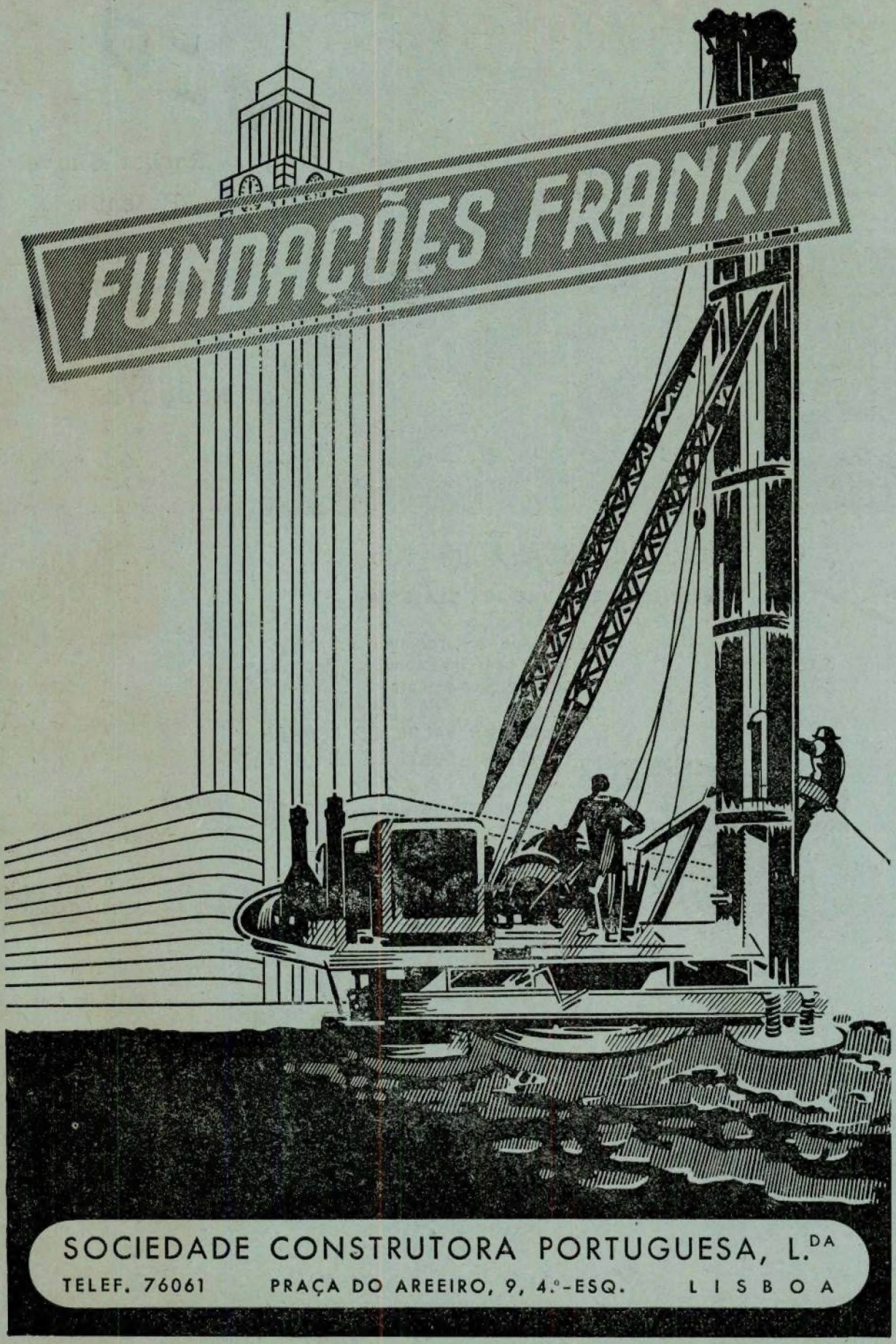
Papelaria Fernandes XIX
Philips Portuguesa XXX
Pimentel & Cesquilho, Ltd.ª III

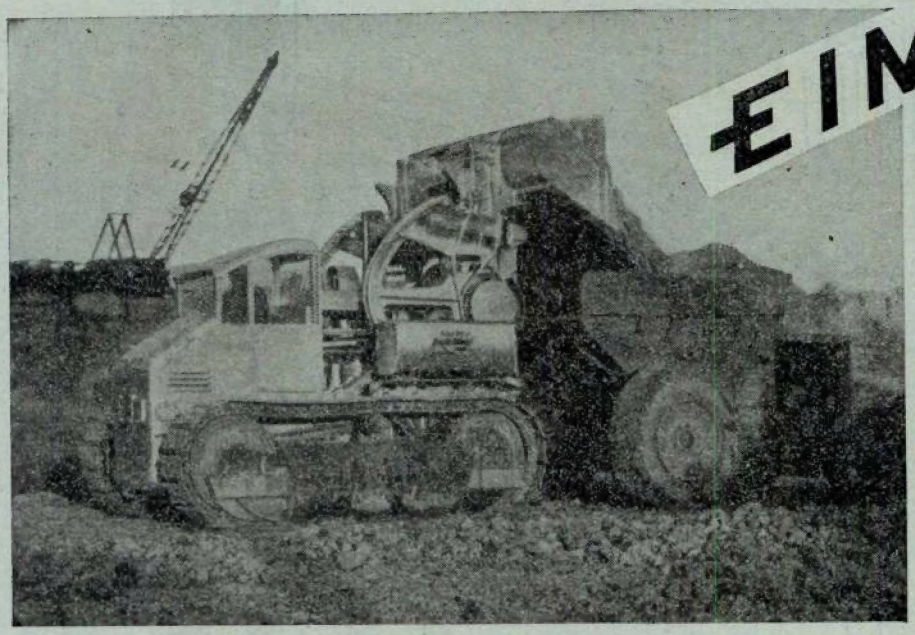
S

Saint Gobain XXVI
Sanfer, Ltd.ª XII
S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XXVII
SKF XXIV
SMEIA XXXII
Sociedade Avanço, Lda. XXVI
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Ericsson de Portugal, Ltd.ª XII
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XXV
Sociedade Portuguesa Cavan . . . . 2.ª da capa
Socony-Vacuum Portuguesa XVI
Socotel XXIX
Sondagens Ródio, Ltd.ª XII
SOPECATE XIII
Standard Eléctrica VII

V

V. T. Martins XIII


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA



EIMCO

Rocker Shovel
Patenteado

SIMPLICIDADE

COMPACIDADE

ROBUSTEZ

peso 17.000 kg
balde 1.110 litros

TRACTOR ESCAVADOR 105

ATÉ AO

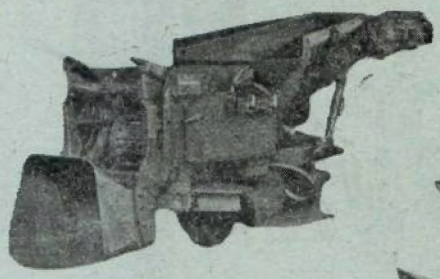
SUPERIOR A ESCAVADORA CLÁSSICA

Resolvendo o problema da carga tanto em pedreiras como em galerias e com qualquer veículo

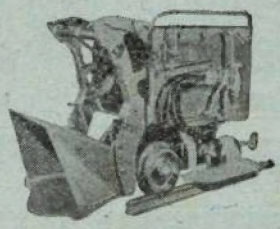
MÍNIMO VALOR DE COMPRA
MÍNIMO CUSTO DE CONSERVAÇÃO

ENERGIA pouco consumo { AR COMPRIMIDO / ELÉCTRICA / DIESEL

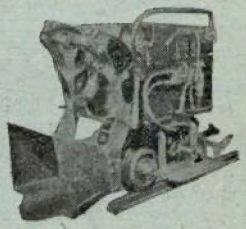
ao modelo 21 a ar comprimido corresponde o modelo 630 montado sobre lagartas



Modelo 40

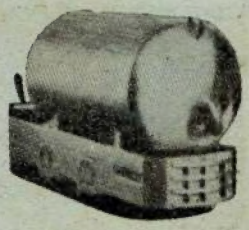


Modelo 21



Modelo 12 B

Locomotiva a ar



TODA A GAMA DE CARREGADORAS SUBTERRÂNEAS

Milhares de unidades trabalhando em todo o Mundo

•

AGENTE EXCLUSIVO

EDMOND DARDEL

Rua Rodrigues Sampaio, 19-4.º-B — LISBOA

Telef. 4 2289

INSTRUMENTOS DE
ALTO RENDIMENTO
PARA

TOPOGRAFIA
GEODESIA
FOTOGRAMETRIA

WILD
HEERBRUGG

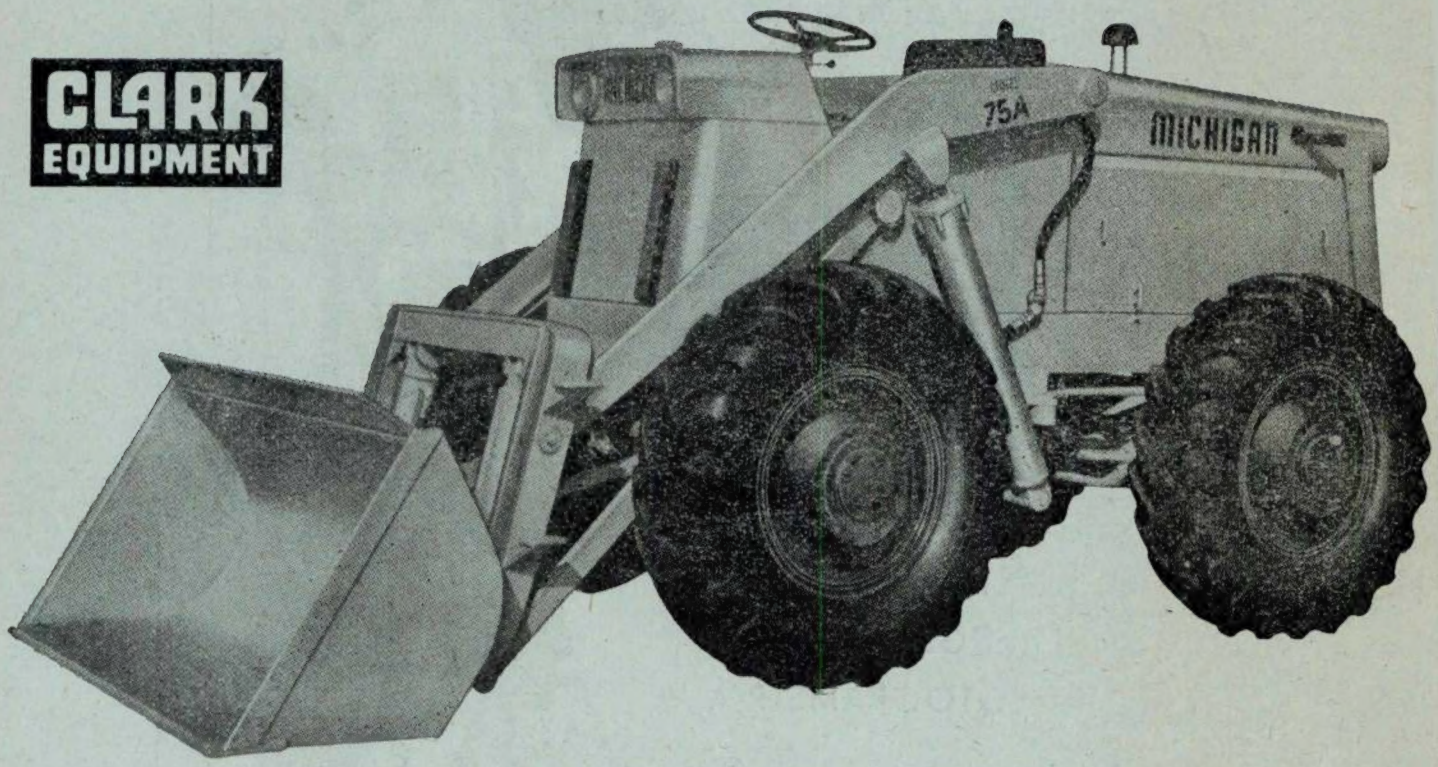
A MARCA DE PRESTÍGIO INTERNACIONAL

•

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
R. DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75 — LISBOA
TELEFONE: 24314 • TELEGRAMAS: TECNA

tracto-carregador

CLARK
MICHIGAN
U.S.A.



Mais «EXTRAS» são «STANDARD» no MICHIGAN do que em qualquer outro tracto-carregador.

- DOIS FARÓIS DIANTEIROS PLENOS DE LUZ
- MUDANÇAS DE TRANSMISSÃO SEMI-AUTOMÁTICAS
- CONVERSOR DE BINÁRIO — NÃO TEM EMBRAIAGEM
- MOVIMENTO DE BALDE INDEPENDENTE DA LANÇA
- CONTA HORAS DO MOTOR
- FILTROS DE ÓLEO PARA O MOTOR E CONVERSOR
- DOIS FARÓIS TRASEIROS
- DIRECÇÃO COM AJUDA HIDRÁULICA
- DESMULTIPLICAÇÃO NOS CUBOS DAS RODAS
- INDICADOR DA POSIÇÃO DO BALDE

Motor Diesel 80 CV. — Duas velocidades de trabalho e duas de marcha, quer para a frente quer para trás — direcção às rodas traseiras — todas as rodas motoras — pneus 14 : 00 × 24 tipo terraplanagem — balde de 1 jarda cúbica, etc., etc.
Tudo isto torna o Michigan no campião de todos os tracto-carregadores de rodas ou de lagartas.

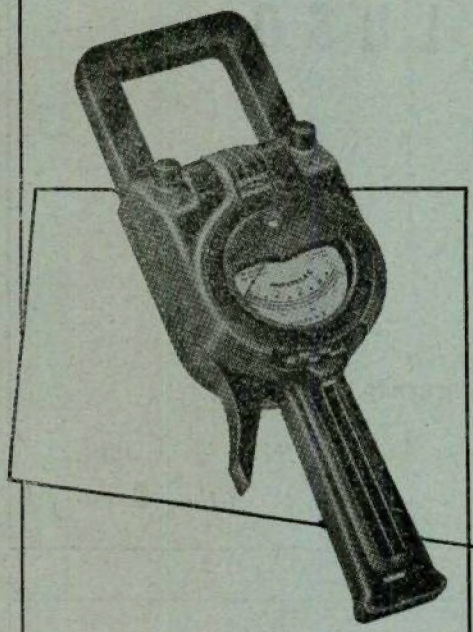
DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS :

BLACKWOOD HODGE

AV. ALMIRANTE REIS, 247 — LISBOA

Telef. 72 59 48 - 72 59 84

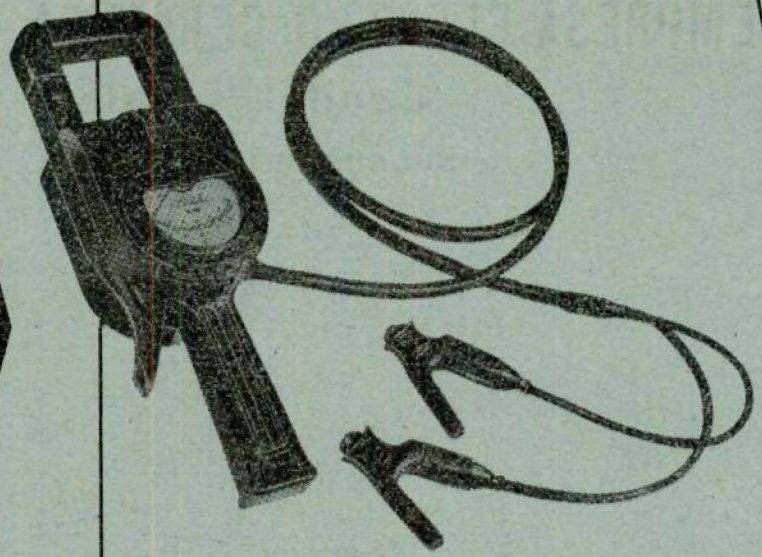
PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT — AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	



PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS LDA.

29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA
T. DA GLÓRIA, 17 — LISBOA
160, R. STA. CATARINA, 168 — PORTO

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

Candal — Gaia

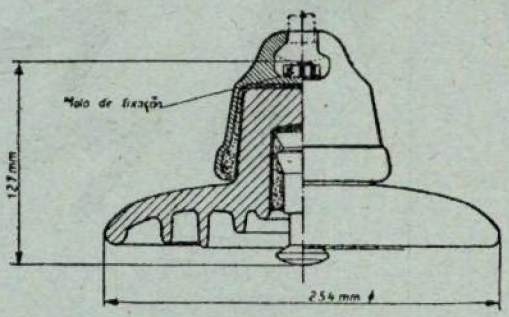
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado: 4,3 kg cada elemento



Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 — LISBOA

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

PROJECTOS — FORNECIMENTOS — INSTALAÇÕES

— Material de radiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta e ultra-alta frequência;

— Equipamentos de radiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;

— Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para radiocomunicações, radiodifusão e televisão;

— Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;

— Materiais de transmissão telegráfica automática, por fios e por rádio;

— Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;

— Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;

— Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

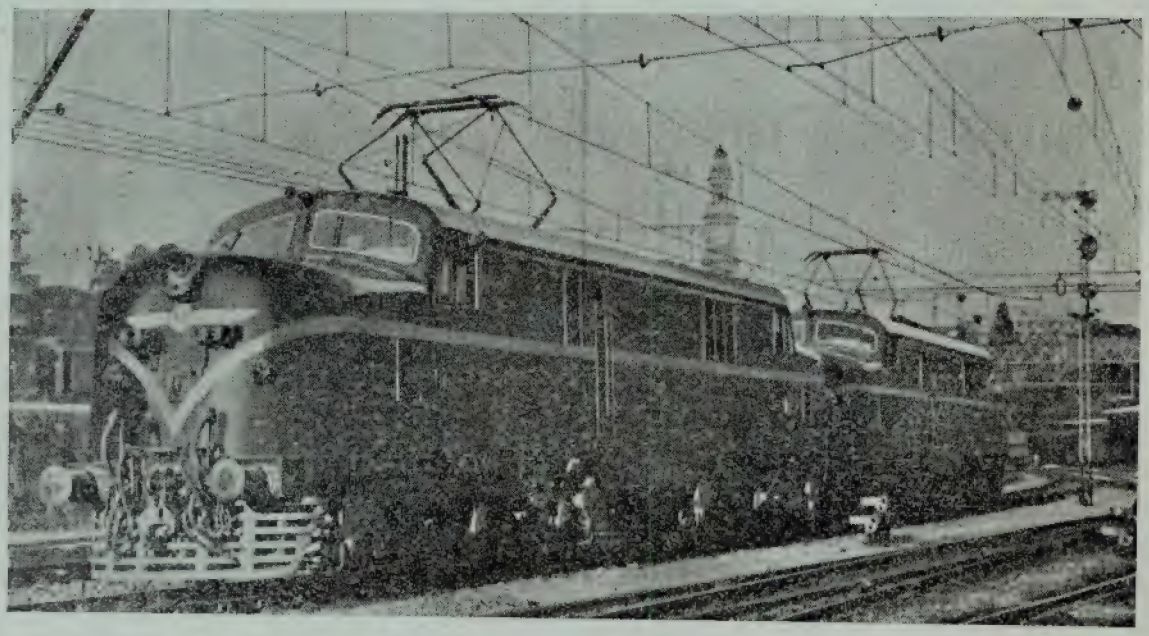
Serviços Técnicos, Comerciais e Fábrica

NA AVENIDA DA INDIA — LISBOA

TEL. 63 81 71/6

'ENGLISH ELECTRIC'

Locomotivas para a linha de Santos a Jundiai, no Brasil



Duas das 15 locomotivas eléctricas de 3 000 HP, fornecidas pela *The English Electric Company Limited,* à Companhia dos Caminhos de Ferro de S. Paulo

"THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED"

Queens House, Kingsway, London, W. C. 2

Fábricas em Stafford, Preston, Rugby, Bradford e Liverpool

Representantes exclusivos para Portugal e África Ocidental Portuguesa:

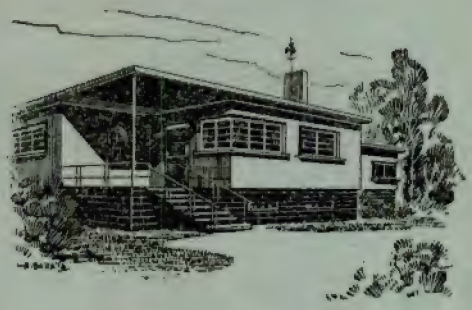
MONTEIRO GOMES, LIMITADA

R. Cascais, 47 (Alcântara)
Telef. 63 70 83 (3 linhas)
LISBOA

P. do Município, 309-3.º
Telef. 25021
PORTO

E

BEJA VILA FRANCA DE XIRA LUANDA



APRESENTA EM TODO O MUNDO
UM PRODUTO À BASE DE CIMENTO

EMBELESADOR
PETRIFICANTE
HIDRÓFUGO

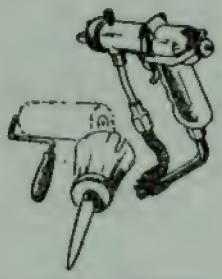
DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL E ULTRAMAR:

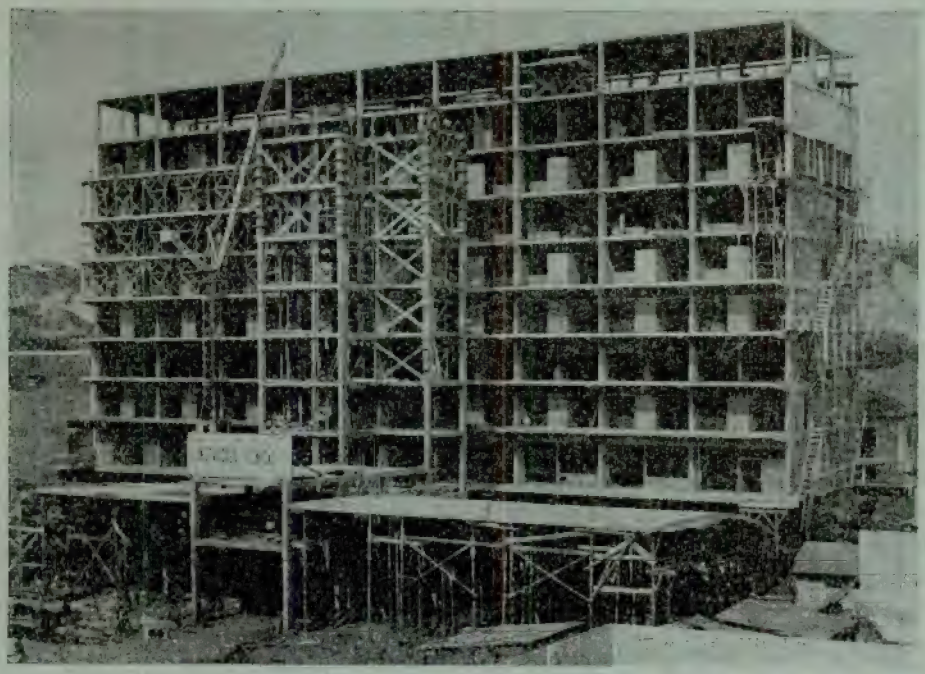
HENRIQUES & CASTRO, Lda.

Av. Conde de Valbom, 96
LISBOA

Tele { gramas: HENRICASTRO
fones 77 50 57 - 77 50 58

APLICAÇÃO
FÁCIL





EDIFÍCIO EM LUANDA PARA CIRILO & IRMÃO, LDA.
Estruturas porticadas de betão armado e pavimentos e cobertura de vigotas préfabricadas, sistema «Bisão»

Construções Técnicas, L.da

Praça do Município, 13, 3.º
LISBOA
Telefone 2 2344

FUNDAÇÕES
BETÃO
ARMADO
OBRAS
PÚBLICAS

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156 TELEG. EPALDA—LISBOA

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc.

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telefones:
Serviços 043 324 a 043 327
Administração 043 156
Secção Aquec. 4 1110 - 45301

Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110

LES CABLES DE LYON

Cabos eléctricos de 60.000 a 400.000 volts

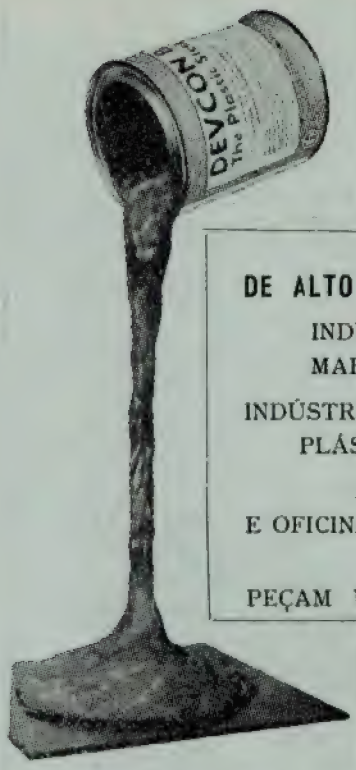
Colocação de cabos de 60.000 volts
na cidade de Lyon — França

★

DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.º (às Cortes) // LISBOA // Telefs. 66 06 92 - 66 60 82 - 66 06 04



DEVCON

O AÇO PLÁSTICO

80 % DE AÇO
20 % DE PLÁSTICO

DE ALTO INTERESSE PARA:

INDÚSTRIAS QUÍMICAS, MARINHA, MINAS

INDÚSTRIAS DE BORRACHA, PLÁSTICO E PAPEL

FUNDIÇÕES E OFICINAS DE REPARAÇÕES

PEÇAM UM FOLHETO AOS DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL E ULTRAMAR

AGÊNCIA COMERCIAL, LDA.

Rua da Boa Vista, 76, 1.º
Telef. 34759 — LISBOA

R. Passos Manuel, 14, sala 19
Telef. 30891 — PORTO

EMPILHADORES ELEVADORES

0,6—15 Toneladas

CARRINHOS TRANSPORTADORES E COM PEQUENA ELEVAÇÃO PARA O CONDUTOR DE PÉ OU SENTADO REBOQUES, ETC. ACCIONADOS POR MOTOR ELÉCTRICO COM BATERIAS DIESEL, ou A GASOLINA

Fabricados por

Maschinenfabrik Esslingen

Alemanha

Representantes:

SANFER, L.DA

R. de S. Julião, 41, 1.º — LISBOA

TELEFONES 26089 E 29849

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º

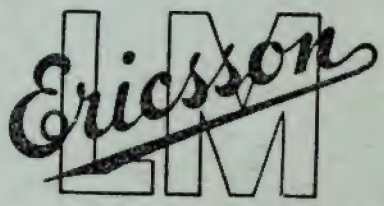
Telefones: 2 8685 - 2 6865 ✦ Telegramas: SETANSOL

RODIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Sócio gerente: **Walter Weyermann**-Eng. civil



- SISTEMAS TELEFÓNICOS DE TODOS OS TIPOS
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- SISTEMAS DE SONORIZAÇÃO
- APARELHAGEM DE MEDIDA E ENSAIO
- CONTADORES ELÉCTRICOS
- CABOS E APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA

PROJECTOS
MONTAGENS
REPARAÇÕES
ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Sociedade Ericsson de Portugal, L.da

R. Filipe Folque, 7, 1.º Tel. (P P C 2 linhas) 57193

Senhores Engenheiros!

Os nossos serviços técnicos de impermeabilização estão ao dispor de V. Ex.as sem qualquer encargo.

Um produto para cada fim!

Distribuidores:

No Centro e Sul:
V. T. MARTINS
Rua da Prata, 59-3.º E.
Telef. 23690 LISBOA

No Norte:
BLACKETT & C.A, L.DA
Rua da Nova Alfândega, 22
Telef. 21407 PORTO

"Ravar"

Um forro betuminoso ideal para tejadilhos, armazéns, garagens, capoeiras, vivendas, etc.

Leveza, impermeabilidade, e economia, eis as três principais características deste material.

Telas e feltros para todos os fins da construção civil.

"Mineral Surfaced"

Telas impregnadas de pedra triturada em cores para a impermeabilização de placas visíveis em vivendas.

Sociedade de Pesquisas, Captações de Água e Transportes, L.da

MATERIAL ELÉCTRICO

para instalações de alta e baixa tensão

•

ESPECIALIDADES **GARDY:**

Corta-circuitos e cartuchos de alto poder de corte
Disjuntores para força motriz e iluminação
Disjuntores de calibres variáveis
Disjuntores MINIHUILLE, até 35 kV
Dispositivos de corte em carga para seccionadores, etc.

REPRESENTANTE:

ANTÓNIO BARÓ

Rua da Assunção, 99-2.º-Dt.º

LISBOA

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico

SR. INDUSTRIAL

HÁ MUITA COISA PARA SI NESTE TAMBOR!

HÁ NELE 90 ANOS DE EXPERIÊNCIA

que o ajudarão a aumentar a produção e a baixar o custo

A Mobil Oil oferece um completo serviço de análises, efectuadas em laboratórios privativos, devidamente equipados, com o fim de proporcionar a todos os clientes uma lubrificação eficiente e económica das suas máquinas.
Os produtos Mobil são o resultado de profundos estudos feitos por um corpo especial de engenheiros trabalhando em íntima colaboracão com os construtores de máquinas, de contínuas pesquisas laboratoriais, de uma técnica apurada e, acima de tudo, *representam 90 anos de experiência ao serviço da indústria!*

EXIJA LUBRIFICANTES MOBIL, O PRIMEIRO PASSO PARA UMA PRODUÇÃO ECONÓMICA

Mobil

2808

MOBIL OIL PORTUGUESA

TÉCNICA

DIRECTOR: JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO
ADMINISTRADOR: CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA

Ano XXXI - N.º 266 Novembro de 1956

C. D. U. 164

LÓGICA SIMBÓLICA

PELO ENG.º MECÂNICO (I. S. T.) ANTÓNIO GOUVÊA PORTELA

Vai a «Técnica» publicar uma série de artigos sobre «Lógica Simbólica» destinados a estabelecer o contacto com um ramo moderno do conhecimento que está na base dos problemas de «Automatismo» aos quais se vão ligando progressivamente todos os sectores da Indústria.

A complexidade da articulação lógica das permissas que as máquinas de calcular têm de «digerir» obriga a «quantificar» as correlações da lógica clássica pela criação de um método de raciocínio que imprime um carácter executivo aos grandes princípios estruturados há milhares de anos.

A literatura existente sobre o assunto é de leitura difícil e, por isso, estes artigos terão por missão fazer uma introdução simples que contribua para a divulgação de um assunto cuja importância técnica é cada vez maior.

CAPÍTULO I

Preliminares

A lógica é o estudo sistemático dos métodos e princípios usados para distinguir os argumentos correctos dos incorrectos.

1.1 — *Proposições*

Os gramáticos classificam as formulações linguísticas em:

Frases declarativas — (Proposições)
» interrogativas — (perguntas)
» imperativas — (ordens ou Comandos)
» exclamativas — (exclamações)

À lógica interessa sobretudo a *proposição*.

As proposições podem ser *verdadeiras* ou *falsas*.

A proposição é o *conceito* contido na frase declarativa e portanto uma mesma proposição pode corresponder a várias frases declarativas (nomeadamente em línguas diferentes).

1.2 — *Argumento* é um grupo de proposições em que uma se declara ser *consequência* das restantes que se admitem fornecer a *prova* dessa declaração.

Conclusão é a proposição que se declara ser consequência das restantes proposições.

Permissas são as restantes proposições.

Os *argumentos* classificam-se em: *dedutivos* e *indutivos*.

Esta classificação permite distinguir entre:

lógica dedutiva
e lógica indutiva

Embora todos os argumentos declarem que a *conclusão* resulta das permissas só os argumentos *dedutivos* fornecem evidência absoluta e conclusiva.

Os argumentos correctos dizem-se *válidos*.

Inversamente os argumentos incorrectos dizem-se *inválidos*.

Num argumento *dedutivo* e *válido*, as permissas e a conclusão estão de tal modo relacionadas que:

«Se as permissas forem verdadeiras a conclusão será também verdadeira».

1.3 — *Símbolos*

Em lógica o que interessa é a *proposição* e não a *frase declarativa*, isto é, interessa o *conceito* contido na frase.

Deste facto resulta o interesse particular em introduzir *símbolos* que dum modo inequívoco definam o *conceito* contido na frase.

Os *símbolos*, permitem além disso operar sobre eles segundo regras pre-estabelecidas que têm um valor formal e independente do significado interpretativo do símbolo.

Finalmente os símbolos reduzem a extensão da frase declarativa e permitem criar uma linguagem simbólica curta e precisa.

Assim nasceu a lógica simbólica.

1.4 — *Valor das Declarações*

As frases declarativas envolvem o conceito de *declaração*.

A *declaração* (contida na frase declarativa) pode ser *verdadeira* ou *falsa*.

Este facto permite atribuir às declarações um *valor*, neste caso o *valor* pode ter duas *alternativas*:

ou é verdadeiro
ou é falso.

As lógicas baseadas numa *valorização binária* designam-se por *Lógicas de Alternativa* ou binárias.

Há porém *lógicas* em que as declarações podem ter mais de dois *valores*, em particular, há lógicas baseadas numa valorização *tripla* que têm sido estudadas ùltimamente com um certo interesse. Não estudaremos senão *lógicas binárias*.

O conceito de valor não está pròpriamente ligado à ideia de «Verdadeiro» ou «Falso», mas mais ao conceito da Alternância, tanto que em muitas lógicas em vez de simbolisar com V e F (Verdade e Falso) o valor das declarações se simbolisa, com 0 e 1, em que 0 e 1 não têm significado numérico mas apenas põe em evidência as duas eventualidades possíveis.

1.5 — *Classificação das declarações*

As declarações podem ser:

Simples ou compostas

São *simples* as declarações que só contêm uma única declaração, como «os cavalos são mamíferos».

São *compostas* as declarações que contêm mais que uma declaração simples, como «os cavalos e os gatos são mamíferos».

Designam-se por *declarações compostas funcionalmente verdadeiras*, as declarações cujo *valor* é completamente determinado pelo *valor* das afirmações simples de que é constituído.

Trataremos apenas, daqui em diante, de declarações funcionalmente verdadeiras.

1.6 — *Quadros da verdade*

Para verificar a *validade* dos argumentos ou para definir os vários símbolos do lógico simbólico recorre-se aos *quadros da verdade*.

Estes quadros têm tantas *colunas iniciais* quantas as declarações simples intervenientes.

O número de *linhas* do quadro da verdade é igual a 2^n sendo n o número das declarações simples, isto, porque se pretende conjugar entre si as n declarações de forma a esgotar completamente todas as possibilidades de combinação dos *valores* dessas declarações.

Além das *colunas iniciais*, os quadros são prolongados para a direita com tantas colunas quantas as necessárias à resolução do problema.

Exemplificando:

Sejam dadas 3 declarações simples p, q e r.

Em lógica binária ou alternativa, cada uma das declarações pode ter *dois* valores (verdade (V) ou falso (F)), portanto é possível realizar $2^3 = 8$ combinações possíveis dos dois valores por variável e das 3 variáveis, e teremos o quadro seguinte:

p	q	r	
V	V	V	
V	V	F	
V	F	V	
V	F	F	2^3 linhas
F	V	V	
F	V	F	
F	F	V	
F	F	F	
colunas iniciais			

O quadro é prolongado para a direita com tantas colunas quantas as necessárias às diversas operações a realizar com as declarações simples

p, q e r, através da simbologia e operadores a definir oportunamente.

1.7 — *Definição dos principais símbolos operadores*

As proposições são relacionadas entre si por *símbolos operadores.*

A melhor forma de definir um símbolo operador é construir o quadro da verdade que fornece o *valor* da expressão resultante da aplicação do símbolo, para todas as hipóteses de combinações dos *valores* das proposições intervenientes:

1.7.1 — *Negação ou controdição* (—)

Aplica-se este símbolo às declarações para representar a sua *negação.*

É definido pelo quadro seguinte:

p	$\bar{p}$
V	F
F	V

F = falso
V = verdade

1.7.2 — *Conjunção* (.)

Diz-se que entre duas declarações p e q se verifica uma conjunção e representa-se por p . q, quando for satisfeito o seguinte quadro da verdade:

p	q	p . q
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

Corresponde este símbolo às expressões ligadas pelas conjunções: e, mas, ainda, etc.

Nas conjunções basta que uma das declarações seja falsa, para que sejam falsas.

1.7.3 — *Disjunção* (ou alternativa) *fraca* (ou inclusivé) — (V)

(V — é a primeira letra da palavra Latina «Vel»)

A disjunção é definida pelo quadro seguinte:

p	q	p V q
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Este símbolo corresponde à disjunção «ou» e basta que uma das declarações seja *verdadeira,* para que a disjunção também o seja.

1.7.4 — *Disjunção forte* (ou exclusivé) (+).

A disjunção forte é definida pelo quadro seguinte:

p	q	p + q
V	V	F
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Para que p + q seja verdadeiro é necessário que os valores das declarações sejam *contrários.*

1.7.5 — *Implicação fraca* (ou material) (⊃)

Diz-se que uma declaração é implicativa (ou condicional, ou hipotética) ou se verificar o quadro seguinte:

p	q	p ⊃ q
V	V	V
V	F	F
F	V	V
F	F	V

Corresponde às declarações compostas do tipo:

Se p *então* q

A p dá-se o nome de *antecedente* (implicação ou protasis)

A q dá-se o nome de *consequente* (implicada ou apodasis)

Só há uma situação *falsa,* — a que corresponde um antecedente verdadeiro e um consequente falso

1.7.6 — *Equivalência material* (≡)

Duas declarações dizem-se materialmente equivalentes quando satisfizerem o quadro seguinte:

p	q	p ≡ q
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	V

Correspondem a expressão seguinte:

«Se e sòmente Se»

$P \equiv q$ só será verdadeira se p e q forem ou ambos falsos ou ambos verdadeiros.

1.7.7 — *Negação alternativa* (|)

É representado pelo quadro seguinte:

p	q	p | q
V	V	F
V	F	V
F	V	V
F	F	V

p | q só será falso se p e q forem simultâneamente verdadeiros.

1.7.8 — *Negação conjunta* (↓)

É representado pelo quadro da verdade seguinte:

p	q	p ↓ q
V	V	F
V	F	F
F	V	F
F	F	V

p ↓ q só será verdadeiro se p e q forem simultâneamente *falsos*.

1.7.9 — *Parentesis*

Quando uma declaração composta envolve vários símbolos operadores, convém definir com clareza qual é a sua acção (ou influência).

Assim $p.q \vee r$ pode ser interpretado como $(p.q) \vee r$ ou $p.(q \vee r)$.

O uso do parentesis elimina a ambiguidade.

Usam-se toda a série de parentesis usados em matemática, tais como:

( ) , [ ] , { } .

— Os parentesis podem ser evitados estabelecendo certas regras arbitrárias de influência designadas por *ordem de precedência*.

— Pode arbitrar-se que os símbolos têm uma influência que *decresce* segundo a seguinte ordem:

$\equiv \supset \vee -$

Por exemplo:

$p \supset q \equiv \bar{q} \supset \bar{p}$ significa $(p \supset q) \equiv (\bar{q} \supset \bar{p})$

— Pode ainda arbitrar-se que a *associação* dos símbolos se fez para a *esquerda*.

Assim $p \supset q \supset p \supset p$, expressão ambígua, tem um significado preciso por meio de regra da associação à esquerda e significa

$$[(p \supset a) \supset p] \supset p$$

Os parêntesis podem também ser substituídos por outros métodos que serão tratados quando se estudarem os sistemas lógicos que usam essas convenções.

Nota 1

Os símbolos que empregaremos correntemente são os referidos:

(¯) (.) (∨) (⊃) (≡) e parêntesis

Só em sistemas lógicos especiais serão usados os restantes símbolos.

Nota 2

O símbolo (¯), para muitos autores é substituído pelo símbolo (~) porém é usado precedendo a letra em vez de ser colocado em cima desta

Assim

$$P \rightarrow \sim P$$
$$\overline{(P.Q)} \rightarrow \sim (P.Q)$$
$$\overline{(p.\bar{q})} \rightarrow \sim (p \sim q)$$

CAPÍTULO II

Argumentos e Provas formais de validade de Argumentos

1 — Forma dos Argumentos

1.1 — Os argumentos, já vimos, constituem um grupo de proposições em que *uma* se declara ser *consequência* das restantes.

Por outro lado, as proposições são declarações concretas.

Podemos contudo substituir num argumento, as proposições por declarações simples mantendo apenas as ligações (símbolos operadores) que existiam entre as proposições. Obtém-se, deste modo, aquilo que se designa por *forma do Argumento.*

Como as declarações simples que substituem as proposições podem ter qualquer *valor* (serem verdadeiras ou falsas) pode acontecer que o argumento formado com elas seja *inválido* embora fossem verdadeiras todas as proposições inclusivé a conclusão do argumento primitivo.

Diz-se então que a *forma* do argumento é *inválida,* embora possa ser válido o argumento construído com as proposições iniciais.

Em lógica, o que interessa é saber se os argumentos têm ou não uma forma válida e não apenas que o argumento construído com as proposições dadas é ou não válido.

1.2 — *Método de Analogia*

O Método consiste, muito simplesmente, em substituir, no argumento dado, as proposições por declarações simples, mantendo os símbolos operadores e obter assim a *forma do argumento* e depois verificar se essa forma é ou não válida.

Este método designa-se por *Método de Analogia.*

Exemplificando:

Se João fosse Presidente então teria fama
João não é Presidente

Conclusão: Portanto João não tem fama.

Todas as proposições podem estar correctas inclusivé a conclusão, porém convirá examinar se o argumento tem uma *forma válida.*

Aplicando o método de analogia

Designaremos por:

$P \longrightarrow$ João é Presidente
$Q \longrightarrow$ João tem fama

O argumento escreve-se:

$P \supset Q \longrightarrow$ *Se* João fosse Presidente *então* teria fama
$\overline{P} \longrightarrow$ João *não* é Presidente

Conclusão: $\overline{Q} \longrightarrow$ João *não* tem fama

A *forma* do *argumento* pode escrever-se substituindo as proposições por declarações simples da seguinte forma:

$$\begin{cases} t \supset s \\ \overline{t} \qquad \text{conclusão } \overline{s} \end{cases}$$

t e s já podem ter todos os *valores* que quisermos.

Vejamos então se a *forma do argumento* é válida ou inválida por meio dum quadro da Verdade.

t	s	$t \supset s$	$\overline{t}$	$\overline{s}$
V	V	V	F	F
V	F	F	F	V
F	V	V *	V *	F *
F	F	V	V	V

Este quadro mostra que o argumento é *inválido,* porque na 3.ª linha que tem ambas as permissas *verdadeiras,* se pode concluir *falsamente* (*).

Pode fàcilmente ver-se que de facto o argumento é inválido, substituindo a palavra «João» pela de «Einstein».

Com efeito Einstein tem fama embora não seja Presidente.

Fica deste modo bem esclarecido que pode um argumento ser válido embora tenha uma *forma* inválida mas se a *forma* for válida todos os argumentos com essa forma são válidos.

1.3 — *Exemplos de Formas de argumentos válidos*

Vamos dar três exemplos de Formas de argumentos válidos.

Nota prévia: Para distinguir a *conclusão* das permissas faz-se anteceder esta do símbolo ($\therefore$). Assim $\therefore$ p quere dizer que p é *conclusão* dum *argumento.*

a) *Modus Pomens* $\quad p \supset q,\ p \therefore q$
b) *Modus Tolens* $\quad p \supset q,\ \overline{q} \therefore \overline{p}$
c) *Silogismo Hipotético* $\quad p \supset q,\ q \supset r \therefore p \supset r$

— A prova da validade da forma destes argumentos faz-se por meio de quadros de verdade.

— A título de exemplo faremos a prova ao último argumento:

p	q	r	p ⊃ q	q ⊃ r	p ⊃ r
V	V	V	V *	V *	V *
V	V	F	V	F	F
V	F	V	F	V	V
V	F	F	F	V	F
F	V	V	V *	V *	V *
F	V	F	V	F	V
F	F	V	V *	V *	V *
F	F	F	V *	V *	V *

No quadro verifica-se serem *verdadeiras* as conclusões sempre que *todas* as premissas o são simultâneamente, linhas 1, 5, 7 — 8 (*), e daí fica feita a prova que a forma do argumento é válida.

2 — Forma das Declarações

2.1 — Assim como se fez a distinção entre Argumento e Forma do Argumento, também se distingue entre *declaração* e *forma da declaração.*

A *forma da declaração,* obtém-se também substituindo na expressão da declaração os vários símbolos proporcionais por *declaração simples* que podem assim ter o *valor* (verdadeiras ou falsas) que se desejar. Os símbolos operadores são conservados.

Assim a declaração comporta A ⊃ (D ∨ C) tem a *forma* de p ⊃ (q ∨ r).

2.2 — As declarações classificam-se em 3 grupos:
Declarações Tautológicas
» Contraditórias
» Contingentes.

2.2.1 — *Tautologias*

Uma declaração tantológica é toda a declaração cuja *forma* é *verdadeira,* irrespectivamente do *valor* das declarações simples de que é composta.

Assim p ∨ $\bar{p}$ é uma *forma tautológica* porque o seu *valor* é sempre verdadeiro qualquer que seja o valor de p., o que pode verificar-se pelo quadro junto:

p	$\bar{p}$	p ∨ $\bar{p}$
V	F	V
F	V	V

Note-se que a *verdade* de p só pode ser esclarecida *empiricamente,* pois se trata de uma declaração simples. Porém p ∨ $\bar{p}$ é *formalmente verdadeira.*

2.2.2 — *Contradição*

Uma declaração contraditória é toda a declaração que é *falsa* irrespectivamente do *valor* das declarações simples de que é formada.

Assim p . $\bar{p}$ é uma *forma contraditória* porque o seu *valor* é sempre falso qualquer que seja o valor de p, o que pode verificar-se pelo quadro seguinte:

p	$\bar{p}$	p . $\bar{p}$
V	F	F
F	V	F

p . $\bar{p}$ é *formalmente Falso.*

2.2.2 — *Contingência*

Uma declaração contingente é toda a declaração que não é nem uma tautologia nem uma contradição.

O seu *valor* depende portanto do *valor* das declarações simples que a constituem.

2.3 — *Equivalência*

Duas declarações dizem-se materialmente equivalentes, quando têm o mesmo valor, isto é, se uma é falsa a outra também o será e igualmente se uma é verdadeira a outra também o é.

Já tivemos a ocasião de definir o símbolo da equivalência material (≡) e repetimos o quadro da verdade que serviu para o definir.

p	q	p ≡ q
V	V	V
V	P	F
F	V	F
F	F	V

Duas declarações dizem-se materialmente equivalentes quando a declaração da sua equivalência material for uma *Tautologia.*

Assim p e $\bar{\bar{p}}$ são lògicamente equivalentes, porque a sua equivalência material, isto é, p ≡ $\bar{\bar{p}}$, é uma Tautologia.

Com efeito:

p	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	$p \equiv \bar{\bar{p}}$
V	F	V	V
F	V	F	V

A este princípio dá-se o nome de *dupla negação.*

— Outros exemplos de Equivalências Lógicas:

$$(\overline{p \cdot q}) \equiv (\bar{p} \vee \bar{q}) \quad \text{e} \quad (\overline{p \cdot q}) \equiv \overline{p \vee \cdot q}$$

o que pode fàcilmente provar-se recorrendo aos quadros da verdade.

As duas expressões constituem os teoremas de De Morgan.

2.4 — *Argumentos Válidos e declarações Tautológicas*

Existe uma relação entre um argumento válido e a afirmação de que é uma Tautologia a declaração que a conjunção das permissas implica a conclusão.

Assim o argumento $p, q, r \therefore s$ e a declaração $(p \cdot q \cdot r) \supset s$, estão de tal modo relacionados que se o argumento for válido, a declaração será uma Tautologia.

Com efeito, o quadro da verdade a formar para provar que o argumento é válido é o mesmo do que para provar que é uma Tautologia a declaração feita.

Para que o argumento seja válido terá de ser a conclusão (s) verdadeira quando p q e r forem simultâneamente verdadeiros.

Ora se p, q e r forem verdadeiros terá de ser (s) verdadeiro por definição do símbolo ($\supset$).

Exemplo:

Seja dado o argumento $p \vee q, \bar{p} \therefore q$ a declaração correspondente será $[(p \vee q) \cdot \bar{p}] \supset q$.

O quadro da verdade será:

p	q	$p \vee q$	$\bar{p}$	$(p \vee q) \cdot p$	q	$[(p \vee q) \cdot \bar{p}] \supset q$
V	V	V	F	F	V	V
V	F	V	F	F	F	V
F	V	V	V	V	V	V
F	F	F	V	F	F	V

Donde se vê que o argumento é *válido* e que a declaração é *tautológica.*

3 — Formas generalizadas

As expressões referidas anteriormente podem ser fàcilmente *generalizadas* o que permite um tratamento semelhante ao empregado em matemática.

3.1 — *Princípio da Associação*

Como $p \cdot (q \cdot r) \equiv (p \cdot q) \cdot r$, o que pode fàcilmente provar-se com um quadro da verdade, isto significa que qualquer das expressões é lògicamente equivalente a $(p \cdot q \cdot r)$.

Igualmente $p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r \equiv (p \vee q \vee r)$.

Por outro lado já vimos que

$$(\overline{p \cdot q}) \equiv (\bar{p} \vee \bar{q}) \qquad \text{Teoremas de}$$

e

$$(\overline{p \cdot q}) \equiv (\overline{p \vee q}) \qquad \text{De Morgen}$$

Podemos então concluir que

$$(\overline{p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \cdot \dots \cdot p_n}) \equiv (\bar{p}_1 \vee \bar{p}_2 \vee \bar{p}_3 - \cdot \vee \bar{p}_n$$

e

$$(\overline{p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \cdot \dots \cdot p_n}) \equiv (\overline{p_1 \vee p_2 \vee p_3 \vee \dots \vee p_n})$$

Estas expressões designam-se por Teoremas de De Morgen Generalizados e constituem o *princípio da Associação.*

A sua *prova* pode efectuar-se directamente recorrendo a um quadro da Verdade.

3.2 — *Princípio da distribuição*

Como $[p \cdot (q \vee r)] \equiv [(p \cdot q) \vee (p \cdot r)]$

e $[p \vee (q \cdot r)] \equiv [p \vee q) \cdot (p \vee r]$

Pode escrever-se, dum modo geral:

$$[p \cdot (q_1 \vee q_2 \vee \dots \vee q_n)] \equiv$$
$$\equiv [(p \cdot q_1) \vee (p \cdot q_2) \vee \dots \vee (p \cdot q_n)]$$

e

$$[p \vee (q_1 q_2 \cdot \dots q_n)] \equiv$$
$$\equiv [(p \vee q_1) \cdot (p \vee q_2) \cdot \dots \cdot (p \vee q_n)]$$

Estas expressões constituem o *princípio da distribuição.*

Igualmente, a sua prova pode fazer-se directamente recorrendo a um quadro da verdade.

3.3 — *Princípio da Comutação*

$$(p \cdot q) \equiv (q \cdot p \cdot)$$

e

$$(p \vee q) \equiv (q \vee p)$$

Cuja prova se faz também por meio de quadros da verdade.

3.4 — *Princípio de Tautologia*

$$p \equiv (p \vee p) \quad \text{disjunção}$$

e $$p \equiv (p \,.\, p) \quad \text{conjunção}$$

Um quadro da verdade permite fazer a prova.

3.5 — *Princípio da conjunção com uma tautologia da forma* $(q \vee \bar{q})$

$$p \equiv [p \,.\, (q \vee \bar{q})]$$

Um quadro da verdade permite fazer a prova.

3.6 — *Princípio da Disjunção com uma contradição da forma* $(q \,.\, \bar{q})$

$$p \equiv [p \vee (q \,.\, \bar{q})]$$

Um quadro da verdade permite fazer a prova.

3.7 — Pode ainda provar-se mais as seguintes expressões:

$$(p \supset q) \equiv (\bar{p} \vee q)$$

e $$(p \equiv q) \equiv [(p \,.\, q) \vee (\bar{p} \,.\, \bar{q})]$$

3.8 — *Redução do número de Símbolos*

O conjunto das expressões referidas anteriormente tem o mérito adicional de permitir a redução do número de símbolos operatórios uma vez que é possível substituir os símbolos uns pelos outros. Assim com os símbolos (.), (∨) e (—), pode simplificar-se todas as expressões em estudo.

4 — Formas Normais

Já vimos que é possível passar dumas expressões para outras lògicamente equivalentes e portanto sob todos os aspectos susceptíveis de substituir as primeiras.

Convém agora fazer uma *escolha* entre as várias formas possíveis e lògicamente equivalentes.

4.1—Há duas formas fundamentais *normalizadas*:

Forma normal conjuntiva
» » disjuntiva

Em qualquer destas formas se seguirá as seguintes normas:

a) As declarações simples serão simbolizadas pelas letras (p, q, r, etc.) com ou sem índices numéricos.

b) Só serão usados os símbolos operatórios seguintes (.), (∨) e (—) e ainda o parêntesis.

c) O símbolo (—) apenas afectará declarações simples, isto é, as letras p, q, etc. e não expressão compostas destas letras.

d) Finalmente nenhuma conjunção é uma disjunção e recìprocamente.

Uma vez estabelecidas as *normas* a satisfazer podemos passar à definição das duas formas normais referidas.

Nota: As letras (p, q, r, etc.) daremos, por vezes, o nome de variáveis.

4.2.1 — *Forma normal conjuntiva*

É toda a expressão da forma:

$$(p \vee q) \,.\, (r \vee s) \,.\, (s \vee t) \ldots.$$

a $$(p \vee q \vee r) \,.\, (r \vee \bar{s} \vee t) \ldots.$$

$$(p \vee \bar{q} \vee r \vee t) \,.\, (s \vee \bar{p} \vee q \vee \bar{t}) \ldots.$$

Isto é, uma série de *disjunções conjuntadas.*

4.2.2 — *Forma normal disjuntiva*

É toda a expressão de forma

$$(p \,.\, q) \vee (\bar{r} \,.\, s) \vee \ldots.$$

$$(p \,.\, \bar{q} \,.\, t) \vee (\bar{r} \,.\, s \,.\, t \,.) \vee \ldots.$$

etc.

Isto é, uma série de *conjunções disjuntadas.*

4.3 — *Formas normais de Boole*

São formas decalcadas das formas normais referidas anteriormente mas a que se acrescenta mais algumas restrições a saber:

a) Dentro de cada parêntesis, nenhuma letra (variável) pode intervir mais de uma vez.

b) Não há expressões entre parêntesis iguais, isto é, todas as expressões entre parêntesis são diferentes umas das outras.

c) As letras (variáveis) estão arrumadas por ordem alfabética, dentro de cada parêntesis.

4.3.1 — *Forma normal disjuntiva de Boole*

Estando definidas em 4.3 as normas a que devem obedecer as formas de Boole, limitamo-nos a dar alguns exemplos:

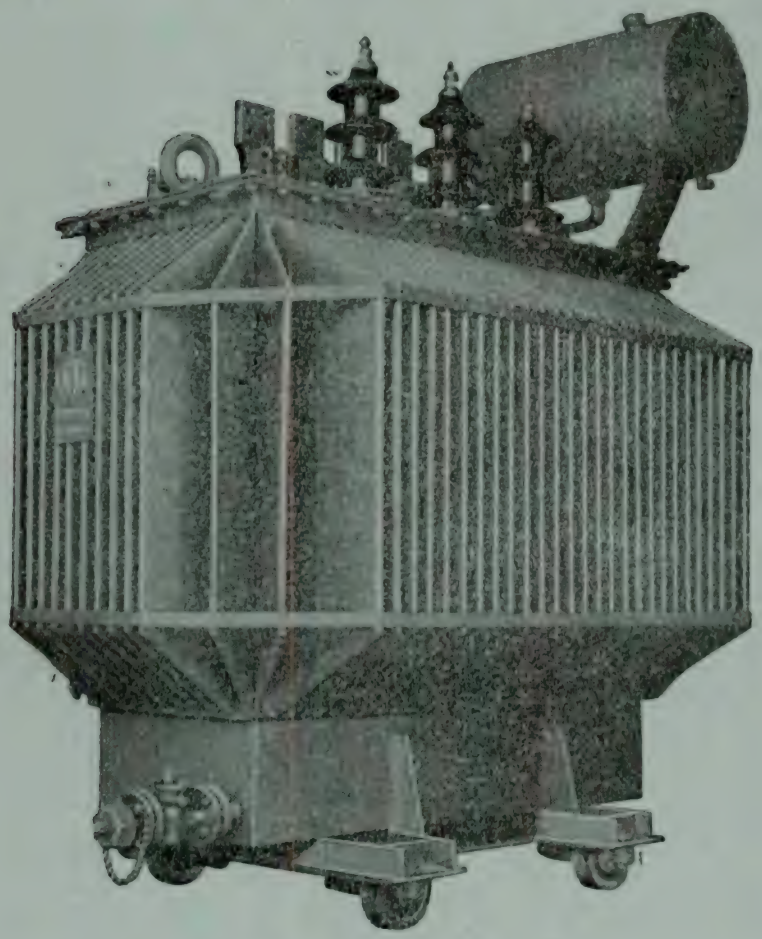
$$(p \,.\, q) \vee (q \,.\, r) \vee (r \,.\, s)$$

EMPRESA NACIONAL DE APARELHAGEM ELECTRICA
S. A. R. L.
AV. 24 DE JULHO, 158 — LISBOA

TRANSFORMADORES

ENAE

Licença SIEMENS-SCHUCKERT



Tipo sKOU 753w/20, de 750 kVA, 15.000 ± 2,5 ± 5 % V / 400-231/V, ligações Dy 5
construído para a Central da Boucã, da H. E. Z.

GAMA DE POTENCIAS: 5 a 1000 kVA — TENSÕES ATE 35 KV

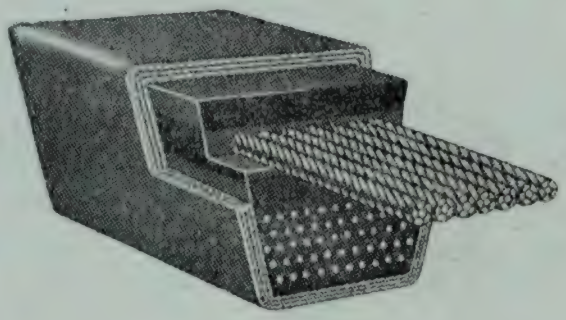
Obedecendo às regras VDE 0532 para transformadores

Séries normal e rural, de perdas reduzidas, e especial, de perdas extra reduzidas

Quando tiver uma transmissão difícil, use

GOODYEAR

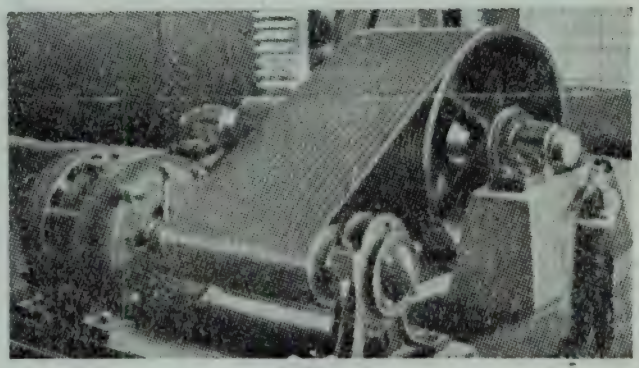
um tipo especial para cada serviço



Quando tiver pequenas distâncias entre centros, grandes diferenças entre diâmetros, ou ambas as coisas, empregue correias **trapesoidais** sem-fim da

GOODYEAR

Para grandes potências use correias **trapesoidais** com cordas de aço.



Distribuidores exclusivos: **CANELAS & FIGUEIREDO, L.DA**

Rua dos Fanqueiros, 46 — LISBOA

Telef. 2 5058 / 2 4502 / 2 1729

Teleg.: CANELASCO

ou

$$(p \,.\, \bar{q} \,.\, r \,.\, s) \vee (p \,.\, \bar{q} \,.\, r \,.\, \bar{s}) \vee (\bar{p} \,.\, \bar{q} \,.\, r \,.\, s)$$

etc.

4.3.2 — *Forma normal conjuntiva de Boole*

Da mesma forma, limitamos a apresentar exemplos:

$$(p \vee q) \,.\, (q \vee r) \,.\, (r \vee s)$$

e

$$(p \vee \bar{q} \vee r \vee s) \,.\, (p \vee \bar{q} \vee r \vee \bar{s}) \,.\, (\bar{p} \vee \bar{q} \vee r \vee s)$$

Nota: As formas normais de Boole também se designam por expansões de Boole.

* * *

4.4 — *Utilidade das formas normalizadas de Boole*

As formas normalizadas de Boole têm a vantagem de serem ràpidamente reconhecíveis uma vez que são formas normalizadas, vamo-nos referir a três vantagens adicionais das formas de Boole.

4.4.1 — *Formas disjuntivas e tautologias*

Se uma expressão convertida numa expansão de Boole disjuntivo tiver 2^n disjunções, sendo n o número de variáveis, é uma *tautologia*.

Com efeito, se fizermos um quadro da verdade para n variáveis ele terá 2^n linhas; se completarmos esse quadro com tantas colunas quantas as *disjunções* distintas que for possível efectuar com n variáveis, encontrar-se-á 2^n disjunções distintas.

Ora, em cada linha, pelo menos uma destas disjunções será *verdadeira* e portanto será *verdadeira* em cada linha a forma *disjuntiva* seguinte:

$$\underbrace{\underbrace{(\ldots)}_{n} \vee \underbrace{(\ldots)}_{n} \vee (\ldots)}_{2^n}$$

Ora esta fórmula é a *disjuntiva normal de Boole* e se ela é *verdadeira* em todas as linhas é, por definição, uma *tautologia*.

Esta propriedade permite verificar se uma expressão é ou não uma tautologia, para tanto, basta *expandir* a expressão sob a forma normal disjuntiva de Boole e contar o número de *disjunções*, se for 2^n é uma tautologia.

4.4.2 — *Formas conjuntivas e contradições*

Se uma expressão convertida numa expansão de Boole conjuntiva, tiver 2^n conjunções, sendo n o número de variáveis, é uma *contradição*.

Repetindo o quadro e escrevendo todas as conjunções distintas, encontrar-se-á 2^n conjunções.

Ora em cada linha, pelo menos, uma será *falsa* e portanto será *falsa* em cada linha a forma conjuntiva seguinte:

$$\underbrace{\underbrace{(\vee \vee \vee \ldots \vee)}_{n} \,.\, \underbrace{(\vee \vee \ldots \vee)}_{n} \,.\, \underbrace{(\text{——})}_{n}}_{2^n}$$

Portanto esta forma é por definição uma *contradição*.

4.4.3 — *Prova da validade de um argumento* por meio das *formas de Boole*

Podem usar-se dois métodos: empregando as formas disjuntivas ou as formas conjuntivas.

Formas disjuntivas:

— Começa-se por transformar o argumento numa declaração implicativa. Como, por exemplo, $p \vee q,\ \bar{p} \therefore q$ é tranformado em

$$[(p \vee q),\ \bar{q}] \supset q$$

— Depois expande-se a declaração numa forma disjuntiva. No exemplo dado será:

$$[\overline{(p \vee q) \,.\, \bar{p}}] \vee q$$

$$[\overline{(p \vee q)} \vee \bar{\bar{p}}] \vee q$$

$$(\bar{p} \,.\, \bar{q}) \vee p \vee q$$

$$(\bar{p} \,.\, \bar{q}) \vee (p \,.\, (q \vee \bar{q})) \vee (q \,.\, (p \vee \bar{p}))$$

$$(\bar{p} \,.\, \bar{q}) \vee (p \,.\, q) \vee (p \,.\, \bar{q}) \vee (p \,.\, q) \vee (p \,.\, q)$$

e finalmente

$$(p \,.\, \bar{q}) \vee (p \,.\, q) \vee (p \,.\, \bar{q}) \vee (\bar{p} \,.\, q)$$

— Depois contam-se o número de disjunções e se for 2^n, a expressão é uma tautologia e o argumento é *válido*.

No exemplo, $2^n = 4$ e $u = 2$, portanto o argumento é válido.

Formas conjuntivas

Inicialmente o processo é o mesmo, porém usa-se a negação da declaração implicativa (isto é negar os antecedentes) e depois expanda-se a

expressão negativa e se a expansão conjuntiva for uma contradição, isto prova que a forma afirmativa é uma tautologia e o argumento é válido.

5 — Provas formais da validade de um argumento.

5.1 — *Prova dedutiva*

A prova formal da validade dos argumentos pode ser feito quer por quadros de verdade quer pelas formas normalizadas de Boole.

Sucede porém que os dois processos referidos se tornam muito fastidiosos e pràticamente difíceis de aplicar quando o número de variáveis cresce e atinge valores de *n* superiores a 4.

Para obviar a estas dificuldades pode efectuar-se a prova formal da validade de um argumento, lançando mão de uma *lista* de *formas elementares de argumentos válidos* e de uma lista de *formas de expressões lògicamente equivalentes.*

Dispondo dessas *duas listas*, pode substituir-se as *permissas* por expressões lògicamente equivalentes e de substituição em substituição procurar atingir a *forma* da conclusão.

Noutros casos, é mais fácil partir da conclusão e procurar atingir as permissas.

A este método de prova dá-se o nome de *Método dedutivo.*

Este método, já não é *mecânico* como o eram os quadros da verdade ou as expansões de Boole, mas tem a vantagem de ser muito mais expedito.

Damos a seguir as *duas listas* referidas, chamando a atenção que algumas das expressões se podem deduzir das outras, isto é, as listas apresentadas terão algumas redundâncias, mas que tem a vantagem de reduzir o número de deduções intermediárias a um mínimo.

Todas as *formas* apresentadas nas listas são fàcilmente *provadas* por quadros da verdade, e por isso nos dispensamos de o fazer.

5.11 — *Lista de formas elementares de argumentos válidos*

1 — Modus Pomens (M. P.) $p \supset q,\ p \therefore q$

2 — Modus Tolens (M. T.) $p \supset q,\ \bar{q} \therefore \bar{p}$

3 — Silogismo Hipotético (S. H.) $p \supset q,\ q \supset r \therefore p \supset r$

4 — Silogismo Disjuntivo (S. D.) $p \vee q,\ \bar{p} \therefore q$

5 — Dilema Construtivo (D. C.) $(p \supset q) . (r \supset s),\ p \vee r \therefore q \vee s$

6 — Dilema Destrutivo (D. D.) $(p \supset q) . (r \supset q),\ \bar{q} \vee \bar{s} \therefore \bar{p} \vee \bar{r}$

7 — Simplificação (Si) $p . q \therefore p$

8 — Conjunção (Co) $p, q \therefore p . q$

9 — Adição (Ad) $p \therefore p \vee q$

5.12 — *Lista das formas lògicamente equivalentes*

10 — Teorema de De Morgen (D. M.)
$$\overline{(p . q)} \equiv \bar{p} \vee \bar{q}$$
$$\overline{p \vee q} \equiv \bar{p} . \bar{q}$$

11 — Comutação (C. M.)
$$(p \vee q) \equiv (q \vee p)$$
$$(p . q) \equiv (q . p)$$

12 — Associação (A. S.)
$$[p \vee (q \vee r)] \equiv [(p \vee q) \vee r]$$
$$[p . (q . r)] \equiv [(p . q) . r]$$

13 — Distribuição (Di)
$$[p . (q \vee r)] \equiv [(p . q)(p . \vee r)]$$
$$[p \vee (q . r)] \equiv [(p \vee q) . (p \vee r)]$$

14 — Dupla Negação (D. N.) $\bar{\bar{p}} \equiv p$

15 — Transposição (Tr) $(p \supset q) \equiv (\bar{q} \supset \bar{p})$

16 — Implicação Material (I. M.) $(p \supset q \equiv (\bar{p} \vee q)$

17 — Equivalência Material (E. M.)
$$(p \equiv q) \equiv [(p \supset q) . (q \supset p)]$$
$$(p \equiv q) \equiv [(p . q) \vee (\bar{p} . \bar{q})]$$

18 — Exportação (Ex) $[(p . q) \supset r] \equiv [p \supset (q \supset r)$

19 — Tautologia (T)
$$p \equiv (p \vee p)$$
$$p \equiv (p . p)$$

Nota: as listas fornecidas podem ser prolongadas indefinidamente, porém a vantagem que daí adviria era prejudicada pelo elevado número de expressões a reter.

5.13 — *Exemplo* da aplicação do *Método dedutivo* e do uso das *Tabelas referidas*

Aproveitamos o exemplo para apresentar ao leitor a forma como é usual apresentar a *prova* de um argumento.

Seja dado o argumento:

$$(A \vee B) . (A \vee C),\ (A \supset D),\ (D \supset E),\ (B . C) \supset (F \supset E),\ \bar{E} \therefore \bar{F}$$

Vamos provar que o argumento é *válido*, partindo das permissas e usando o método dedutivo e empregando as tabelas até atingir a *conclusão.*

Argumento	1 $(A \vee B) . B \vee C$					
	2 $A \supset D$					
	3 $D \supset E$					
	4 $(B . C) \supset (F \supset E)$					
	5 $\overline{E}$					$\therefore \overline{F}$
	6 $A \supset E$	— a partir de 2 e 3 aplicando				(S. H.)
	7 A	— »	»	» 5 e 6	»	(M. T.)
	8 $A \vee (B . C)$	— »	»	» 1	»	(Di)
	9 $B . C$	— »	»	» 7 e 8	»	(S. D.)
	10 $F \supset E$	— »	»	» 4 e 9	»	(M. P.)
	11 $\overline{F}$	— »	»	» 5 e 10	»	(M. T.)

Assim se atingiu a *conclusão* ($\overline{F}$) e ficou provado que o argumento é *válido*.

5.1.4 — *Nota Geral à aplicação das duas listas*

A lista das *expressões lògicamente equivalentes*, não tem uma aplicação igual à da lista das *formas de Argumentos válidas*.

É evidente que o símbolo ($\equiv$) não pode ser confundido com o símbolo ($\therefore$).

Nas aplicações correntes isto significa o seguinte:

Enquanto que duas expressões ligadas pelo símbolo ($\equiv$) podem ser entre si intermutáveis e portanto pode sempre substituir-se um dos membros da ligação pelo outro e inversamente.

Já na lista de argumentos válidos, poderá sempre concluir-se o 2.º membro a partir do 1.º membro, mas *não* inversamente.

Em especial chama-se a atenção para a Adição (Ad) $p \therefore p \vee q$ e para a tautologia $p \equiv p \vee p$.

Com efeito, pode concluir-se sempre $(p \vee q)$ a partir de p mas já não é legítimo concluir p a partir de $(p \vee q)$; de facto, só quando se verificar ser $p \equiv q$ se poderá concluir p a partir de $p \vee q$.

Assim, pode dizer-se, que enquanto o símbolo ($\equiv$) estabelece uma equivalência lógica entre os dois membros da ligação, já o símbolo ($\therefore$) indica apenas que o 2.º membro (conclusão) cabe e pode inferir-se do 1.º (permissas), mas o primeiro membro pode não caber nem ser susceptível de ser derivado do 2.º membro.

5.2 — *Prova Condicional*

A prova condicional (P C) é outra forma de provar argumentos, que convém acrescentar às anteriores.

A prova condicional aplica-se apenas a argumentos cuja *conclusão* tem uma *forma condicional* (como, por exemplo, $A \supset C$).

Se representarmos por P o conjunto das permissas do argumento, este terá a *forma* condensada seguinte:

$$P \therefore (A \supset C)$$

Convertendo o argumento numa *declaração* obteremos uma expressão de forma:

$$P \supset (A \supset C)$$

que transformado por Exportação (Ex) tomará a forma:

$$(P . A) \supset C$$

e finalmente convertendo a forma deduzida, de novo, num argumento obteremos a forma:

$$P, A \therefore C$$

Deste modo, a prova do argumento $P \therefore A \supset C$, pode ser substituída pela prova do argumento

$$P, A \therefore C$$

A (P . C) consiste em acrescentar às Permissas do argumento dado, mais uma permissa (permissa adicional) que é o *antecedente* da forma condicional de conclusão, e o consequente da forma condicional é a conclusão do novo argumento.

5.2.1 — A Prova Condicional (P . C) pode aplicar-se sucessivamente a conclusões com *mais de um* símbolo condicional.

Exemplificando:

Seja dado o argumento $P \therefore A \supset (B \supset C)$. Apliquemos a P . C uma 1.ª vez obtemos

$$P \therefore (A \supset C)$$

Aplicando uma 2.ª vez a P. C. obteremos

$$P \supset (A \supset C)$$

5.2.2 — *Símbolo da prova condicional*

Convém assinalar todas as vezes que for usada a prova condicional e é corrente fazer anteceder o símbolo ($\therefore$) de um traço vertical.

(I $\therefore$) Significa que a Prova Condicional foi usada 1 vez

(II $\therefore$) Significa que a Prova Condicional foi usada 2 vezes.

5.3 — *prova indirecta* (P. I.) ou *redução a um absurdo*

Seja dado um argumento da forma geral $P \therefore A$, significando P, o conjunto de todas as permissas.

A prova indirecta (P. I.) consiste em incluir como permissa a *negação* da conclusão e derivar uma forma explicita de *contradição* e daí provar a validade ao argumento original.

Isto significa que se provarmos ser válido o argumento

$P, \overline{A} \therefore A$ fica provado o argumento inicial $P \therefore A$.

Com efeito;

1	$P, \overline{A} \therefore A$	
2	$P \therefore \overline{A} \supset A$	(Prova Condicional)
3	$P \therefore \overline{\overline{A}} \vee A$	(Impl. Material)
4	$P \therefore A \vee A$	(Dupla Negação)
5	$P \therefore A$	(Tautologia de 4)

5.3.1 — Como se vê, existe uma ligação forte entre a prova indirecta e a prova condicional.

5.4 — *Prova de tautologias* — A prova condicional e a prova indirecta podem aplicar-se também para *provar* que as declarações são tautológicas para o que basta provar que a sua negação é uma contradição.

5.5 — *Métodos de prova expeditos*

É possível derivar métodos de prova a partir dos métodos já referidos que sejam mais expeditos na resolução de certos problemas particulares.

5.5.1 — *Prova de invalidade de um Argumento* por meio de quadros da verdade *incompletos*

Para o efeito basta encontrar uma linha que de permissas *verdadeiras* se conclua *falsamente*, para que o argumento não seja válido.

O Método é evidentemente posto em prática por tentativas sucessivas, mas mesmo assim, com treino, pode ser mais expedito.

5.5.2 — *Prova da validade de um Argumento*

Pode também ser feita conjugando o método da Prova Indirecta com os quadros da verdade incompletos.

Para tanto, basta dar o *valor* verdade às permissas e o *valor* falso à conclusão.

Depois seguir a simbologia do argumento até provar que uma das permissas tem de ter simultâneamente o valor *verdade* e *falso* o que é *absurdo* e portanto o argumento é válido.

Exemplificando:

Provar que o argumento é válido

$(A \vee B) \supset (C . D), \quad (D \vee E) \supset F \quad \therefore \quad A \supset F$

1 — Vamos dar o valor *verdade* a todas as permissas e *falso* à conclusão.

2 — Para que a conclusão $(A \supset F)$ seja *falsa* é necessário que $\begin{cases} A \text{ seja Verdade e} \\ F \text{ seja Falso} \end{cases}$

3 — Como foi dado às permissas o valor *verdade* será $(A \vee B) \supset (C . D)$ *verdade* e como de 2 já vimos que *A* é *verdade* será $(A \vee B)$ *verdade* e então será *C . D verdade* o que implica simultâneamente serem C e D *verdadeiros*.

4 — Mas a permissa $(D \vee E) \supset F$ também é *verdade* e como D é *verdade* será $(D \vee E)$ *verdade* e finalmente *F* será *verdade*.

5 — Ora inicialmente, em 2, já vimos que F tem o valor *Falso*, o que é absurdo se atendermos a 4.

6 — Podemos pois concluir que o argumento é válido por *prova indirecta*.

5.6 — *Resumo dos Métodos de Prova*

Para provar a validade de argumentos ou a equivalência lógica das expressões apresentamos os seguintes métodos:

— Quadros de Verdade
— Formas normalisadas de Boole
— Prova dedutiva
— » condicional
— » indirecta.

Além destes métodos, também se fez uma rápida mensão de métodos expeditos de prova.

Estes elementos de lógica simbólica já permitem passar ao capítulo seguinte: «Funções proposicionais».

Estes *métodos de prova* terão então de ser generalizados e revistos para se adaptarem à complexidade crescente das expressões e seus conceitos, mas os princípios não são alterados.

TEODOLITO TAQUEOMÉTRICO FTI

Otto-Fennel

MODERNO APARELHO DISPONDO DE:

- Observação simultânea dos dois limbos pelo microscópio colocado ao lado da ocular da objectiva
- Leitura por sistema directo de 1c e décimos por estimativa
- Leitura do nível vertical por coincidência
- Prumo óptico
- Grande luminosidade

Características ópticas e mecânicas

Telescópio analáctico com lente de focagem interna, retículo medidor de distância, telescópio reversível com o extremo da objectiva.

Constante de adição	zero
Constante de multiplicação	100
Comprimento do telescópio	190 mm
Abertura da objectiva	36 mm
Ampliação	28 x
Distância mínima de mira	1 m
Nível redondo	6' a 8'
Nível de reversão	30 "
Nível de horizontalidade paralelo ao eixo de inclinação	40 "

Nível junto ao círculo vertical legível por ajustamento da coincidência 40 ". Passo circunferencial sobre círculos de vidro 360° ou 400 g, de 1° ou de 1 g.

Diâmetro do círculo horizontal 90 mm, do círculo vertical 70 mm

Leitura directa horizontal	1'	1c
Leitura por avaliação	1'	1c
Leitura directa vertical	0,1' = 6"	0,2c = 20cc
Leitura por avaliação	0,2' = 12"	0,25c = 25cc

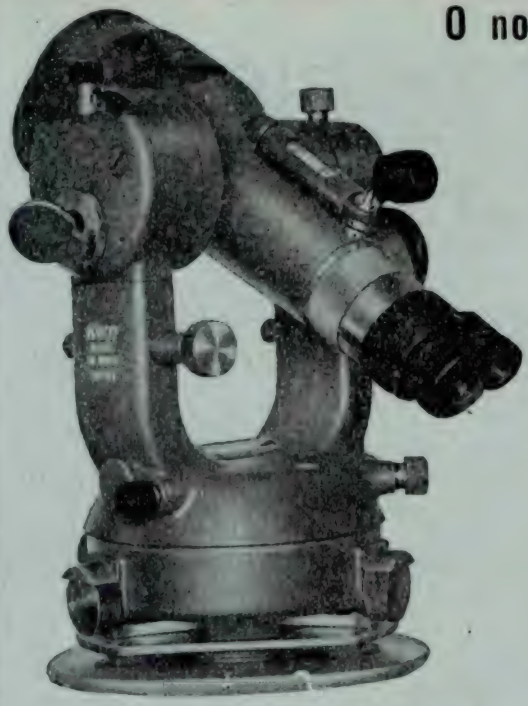
Pesos: Instrumento 4,7 kg, Tripé com pés extensíveis 6,0 kg, Caixa metálica 4,0 kg

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES

L. DO RATO, 13—TELEF. 66 11 16—7 LINHAS—R. DO OURO, 145—TELEF. 28361

LISBOA



O novo Taqueómetro Auto-Redutor KERN

DK-RT

com mira horizontal e para trabalhos de grande precisão

é um aparelho especialmente apropriado para trabalhos cadastrais pelo método de coordenadas polares mas pode ser usado com grande vantagem em quaisquer outros trabalhos topográficos que requeiram grande precisão e um trabalho rápido.

Para entrega imediata nos representantes para Portugal

Kern AARAU

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.ª, L.DA

Casa Fundada em 1854

Rua de Santo António, 137-145 — PORTO

Rua Antero de Quental, 17 — LISBOA

HELIAÇO

NOME E PROCESSO PATENTEADOS

33 a 66 % de economia de peso de ferro

Quilo útil de Heliaço mais barato que o do ferro corrente

42 a 72 % de aumento de eficiência em relação ao aço corrente

Varão redondo de aço de alta resistência para betão armado, torcido e estirado a frio

TRANSFORMADO EM PORTUGAL

Maior aderência que o aço comum. Menores volumes de betão em obra. Maior rapidez de execução. Menor custo do m³ do betão armado

CARGAS DE SEGURANÇA AUTORIZADAS EM PORTUGAL

2.000 — 2.200 — 2.400 K/cm²

Fornecemos a pedido e gratuitamente Literatura e Tabelas de Cálculo

PEDIDOS A **HELIAÇO, LDA.**

RUA DE S. JULIÃO, 41, 4.º D. / LISBOA / TELEFS. 36 78 17 - 21 378

C. D. U. 624.131

PREVISÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA DE SOLOS E MISTURA DE SOLOS

POR MANUEL PIMENTEL PEREIRA DOS SANTOS

Engenheiro-Chefe, Laboratório de Ensaios de Materiais e Mecânica do Solo. Lourenço Marques. Moçambique.

O presente trabalho foi preparado, a convite do «Highway Research Board», para ser incluído no «Simpósio sobre estabilização de solos» organizado pelo Comité dos Fenómenos Físico-Químicos nos Solos, da Presidência do Prof. Hans F. Winterkorn, da Universidade de Princeton. Este Simpósio, que teve lugar durante a 34.ª Reunião Anual de Highway Research Board, em Janeiro de 1955 e foi dedicado à memória de Chester A. Hogentogler, acaba de ser publicado como Boletim 108, sob o título *«Soil and Soil--Aggregate Stabilization»*.

Dele constam os seguintes trabalhos:

«A Ciência da Estabilização dos Solos» — por Hans F. Winterkorn, Director do Laboratório de Física dos Solos da Universidade de Princeton.

«Factor hereditário na origem de minerais argilosos nos solos» — por Franklyn B. Van Honten, do Departamento de Geologia da Universidade de Princeton.

«Pedologia aplicada à engenharia e estabilização dos solos» — por F. L. D. Wooltorton, Engenheiro do Departamento de Obras Públicas do Kénia.

«A estabilização dos solos e a ciência dos coloides» — por Ernest A. Hauser, Professor de Ciência dos Coloides no Massachussets Institut of Technology.

«Previsão dos limites de consistência de solos e misturas de solos» — por Manuel Pimentel Fereira dos Santos, Engenheiro-Chefe do Laboratório de Ensaios de Materiais e Mecânica do Solo, de Moçambique.

«Absorpção, por troca de grandes catiões orgânicos, por argilas» — por J. E. Gieseking, Professor de Física dos Solos do Departamento de Agronomia da Universidade de Illinois.

«Factores microbiológicos na estabilização dos solos» — por P. C. T. Jones, da Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Inglaterra.

«Estabilização de solos lateríticos» — por A. Remillon, Director do Laboratório de Construção e Obras Públicas do Governo Francês em Brazaville, África Equatorial Francesa.

«Estabilização de solos com misturas de cal e cinzas: estudos preliminares com solos siltosos e argilosos» — por T. Y. Chu, D. T. Davidson, W. L. Goecker e Z. C. Moh, Professores e Assistentes da Iowa Engineering Station, Iowa State College.

«Estabilização de solos com resinas e produtos químicos» — por R. C. Mainfort, Departamento de Estradas e Materiais de Construção, Dow Chemical Company.

«Efeito do cálcio na continuidade do caudal electro--osmótico» — por Ralph L. Rollins, da Engineering Experiment Station, Iowa State College.

«Comportamento elástico de misturas de solo-cimento» — por Friedrich Reinbold, Professor de Estradas e Engenharia Municipal, Universidade Técnica, Darmstadt, Alemanha.

«Factores influenciando as propriedades físicas das misturas de solo-cimento» — por Earl J. Felt, Chefe da Secção de Desenvolvimento de Transportes Portland Cement Association.

«Estabilização de bases de cascalho e de «chert» do Tennessee» — por E. A. Whiterhurst, Director do Programa de Investigação das Estradas de Tennessee, Universidade de Tennessee.

O autor confessa-se muito grato pela autorização concedida pelo Highway Research Board para a publicação da tradução portuguesa.

* * *

Introdução pelo Presidente do Simpósio (Prof. Hans F. Winterkorn):

«Uma previsão satisfatória das propriedades de consistências de misturas de solos a partir das propriedades respectivas dos solos componentes

pode evitar um grande volume de ensaios de solos e é, portanto, de grande importância económica. Por outro lado, como todos os solos podem ser considerados como misturas de dois ou mais solos componentes, um método conduzindo à previsão satisfatória das propriedades de consistência de misturas de solos é de importância basilar para a compreensão dos factores que determinam as propriedades de consistência dos solos naturais.

Este problema foi atacado por vários meios por diferentes instituições e países. São representativos do nosso génio próprio, empírico e pragmático, o bem conhecido método do Michigan, bem como as tentativas, mais ou menos bem sucedidas, de correlacionar as propriedades de consistência com a fracção de argila menor que 2 microns. A ideologia russa produziu o «limite plástico substancial verdadeiro», de Vassilieff e Goldstein, que é, principalmente, uma função da superfície específica e da afinidade para a água das fracções componentes do solo.

Estes meios de aproximação subavaliaram a importância do factor granulométrico, não obstante o facto de a relação entre a granulometria e a consistência do sistema mineral-água ser conhecida e usada no projecto de betões desde a obra de pioneiro de Abrams. É de agradecer e muito importante para a nossa Ciência que Santos tenha finalmente ultrapassado essa omissão, e desenvolvido uma constante granulométrica que permite não sòmente uma previsão satisfatória das propriedades de consistência das misturas de solos, mas que vai directa ao coração do problema da consistência em si».

1 — Interesse do problema

Os laboratórios que tratam de projectos de estabilização mecânica de solos em grande escala são forçados a recorrer constantemente ao estudo de misturas de solos, de forma a obedecerem a determinadas especificações quanto a granulometria, limite líquido e índice de plasticidade. Compreende-se, portanto, o interesse que pode haver em dispor dum método que, directamente, nos indique qual o LL e IP duma mistura de dois ou mais solos, conhecidos os valores destas propriedades nos solos componentes. Esse método, para ser realmente útil, deverá produzir resultados suficientemente aproximados para permitir dispensar o ensaio de controle das misturas adoptadas, efectuando assim grande economia de tempo e dinheiro.

A Província Portuguesa de Moçambique, situada na costa Oriental de África, tem actualmente em execução um vasto programa de construção de estradas, abrangendo 5.500 km a pavimentar, utilizando processos de baixo custo, em que predominam os diversos tipos de estabilização de solos, dando-se preferência, sempre que possível, à estabilização mecânica; quando esta não oferece facilidades, recorre-se à pavimentação em solo-cimento, ou em macadame. A estabilização com betuminosos, mais cara, tem sido reservada para tapetes ou revestimentos superficiais de bases prèviamente estabilizadas por outros processos.

Assim, o Laboratório de Ensaios de Materiais e Mecânica do Solo, de Lourenço Marques, apoiado em laboratórios móveis de campo, montados em camiões, tem de fazer face, em prazo relativamente curto, a um enorme volume de ensaios, que monta ao exame de muitas dezenas de milhar de amostras de solos. Essa foi uma das razões determinantes da necessidade de desenvolver métodos que, no caso das misturas de solos, permitissem diminuir sensìvelmente o trabalho a executar.

Por outro lado, o facto de se poder prever com suficiente aproximação as propriedades duma mistura de solos permite estudar alguns aspectos de importância no campo da investigação. Assim, podemos traçar diagramas da variação dos limites de Atterberg com a percentagem de solos misturados. Ainda, é possível determinar valores correspondentes aos limites de consistência de solos granulares, misturando-os com uma argila-padrão de propriedades conhecidas e ensaiando a mistura. Como os valores de LL e IP correspondentes a misturas mecânicamente estáveis se situam nos valores mais baixos, compreende-se que se dispõe assim dum instrumento importante de estudo das propriedades e comportamento dessas misturas.

Finalmente se, como se mostrará, for possível prever as propriedades duma mistura de solos, mediante a introdução duma nova constante granulométrica, aparece o problema de saber se não será igualmente possível estabelecer uma correlação clara entre a granulometria e os limites de Atterberg. Tal problema vem sendo examinado

de há anos para cá neste Laboratório, tendo-se já atingido resultados que justificam as melhores esperanças.

2 — Misturas de solos

Diversos autores se têm preocupado em estabelecer fórmulas aproximadas que permitam orientar a escolha duma mistura de solos conveniente para a estabilização mecânica. Entre elas, citemos as tentativas, respeitantes ao índice de plasticidade, de *Bonnenfant* (1), *Escário* (2), *Hoggentogler* (3) e do *Departamento de Estradas de Michigan* (4). Nenhuma delas se pode considerar satisfatória e de aplicação inteiramente geral.

No decurso de investigações sobre o assunto, fomos levados a introduzir uma nova constante dos solos, dependente da granulometria da fracção areia, e definida por (5)

$$a = \frac{\Sigma y}{100\ n} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

em que

y = ordenadas (percentagens que passam) da curva granulométrica de solo, correspondendo aos crivos B. S. S. n.os 200, 100, 52, 25, 14 e 7 (ou aos correspondentes crivos A. S. T. M., a saber n.os 200, 100, 50, 30, 16 e 8).

n = número de ordenadas (seis).

Verificamos que a introdução desta constante permitia, com aproximação suficiente para a prática, resolver o problema da previsão das características da mistura de dois ou mais solos, mediante a expressão geral (6) (7).

$$K = \frac{A_1\ a_1\ K_1 + A_2\ a_2\ K_2}{A_1\ a_1 + A_2\ a_2} \quad \ldots\ldots (2)$$

em que

K = característica procurada da mistura (limite líquido, limite plástico, limite de retracção, índice de plasticidade, retracção linear, equivalente de humidade de campo).

K_1 e K_2 = características correspondentes dos solos que se misturam.

A_1 e A_2 = percentagem em peso (dividida por 100), dos solos na mistura.

a_1 e a_2 = constantes definidas pela equação 1.

A expressão (2) recebeu já a prova de muitos milhares de determinações, com resultados estatìsticamente satisfatórios. Como adiante veremos, é considerada como sendo uma primeira aproximação duma fórmula mais rigorosa, que por sua vez é consequência da correlação existente entre os limites de consistência dos solos e a sua granulometria.

A fig. 1 representa um caso típico estudado no Laboratório: mistura duma areia (solo n.º 6903) com uma argila (solo n.º 4424). Os valores de LL e IP da areia, que não podem ser determinados directamente devido à friabilidade, obtiveram-se por sua vez por mistura em partes iguais com uma argila-padrão (solo 4447). As características de todos estes solos constam do quadro da página seguinte.

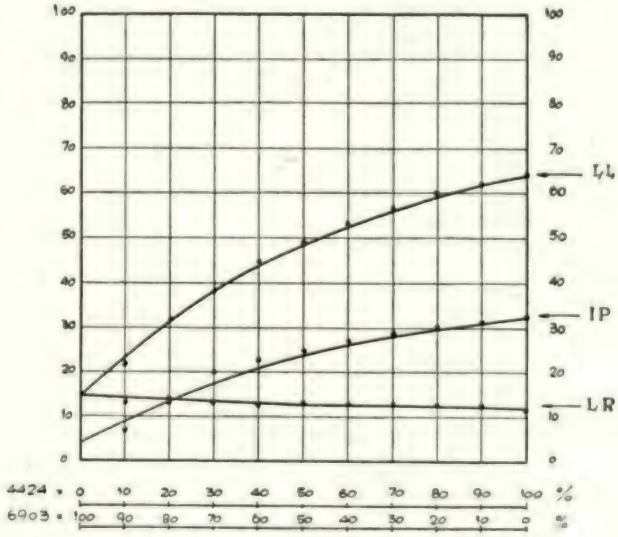


Fig. 1 — Exemplo da variação de LL, IP e LR com a percentagem da mistura dos solos

Os valores de LL e IP da areia 6903 foram determinados por mistura em partes iguais com a argila-padrão.

Obteve-se na mistura LL = 46 e IP = 25 donde

$$46 = \frac{0{,}50 \times 0{,}98 \times 61 + 0{,}50 \times 0{,}48 \times LL}{0{,}50 \times 0{,}98 + 0{,}50 \times 0{,}48}$$

donde

$$LL = 15$$

e

$$23 = \frac{0{,}50 \times 0{,}98 \times 33 + 0{,}50 \times 0{,}48 \times IP}{0{,}50 \times 0{,}98 + 0{,}50 \times 0{,}48}$$

donde

$$IP = 4$$

QUADRO I

Solo	4424	4447	6903	4281
Granulometria:				
Crivo n.º 7 B. S.	100	100	100	100
» » 14	99	99	92	97
» » 25	99	99	59	67
» » 52	99	98	20	9
» » 100	98	97	10	0
» » 200 (x)	96	96	7	0
% < 0,005 mm	70	67	–	–
% < 0,002 mm	59	58	–	–
% < 0,001 mm	52	53	–	–
Limite líquido	64	61	15 *(a)*	6 *(a)*
Índice de plasticidade	33	33	4 *(a)*	— 2 *(a)*
Limite de retracção	12	12	15	16
Densidade real	2,67	2,68	2,67	2,69
% de matéria orgânica	1	0	1	0
Classificação:				
Textural	Argila	Argila	Areia	Areia
H. R. B.	A — 7 — 5 (20)	A — 7 — 6 (20)	A — 1 — b (0)	A — 1 — b (0)
Constantes:				
a	0,99	0,98	0,48	0,46
t = x/a	0,97	0,98	0,15	0

(a) Determinada por mistura com a argila-padrão.

3 — Propriedades de consistência dos solos friáveis

Os métodos normais de ensaio para determinação do limite líquido e limite plástico não se podem aplicar no caso de solos granulares. Contudo, como vemos, a mistura com uma argila-padrão permite extrapolar, para o caso destes solos, a determinação de valores daquelas constantes. Surge agora a questão de saber se, neste caso, os valores achados ainda terão significado físico.

Verifica-se que o aumento da percentagem de areia num solo se traduz pela diminuição do seu índice de plasticidade e, portanto, pela aproximação entre os valores do limite líquido e plástico, traduzindo a diminuição da zona plástica no comportamento do solo com o grau de humidade. Contudo, para solos totalmente arenosos, verifica-se que o índice de plasticidade não só se anula, mas torna-se negativo, fenómeno já verificado directamente por Bonnenfant (1). É o caso, por exemplo, duma areia 4281 (ver quadro I), em que se determinou, por mistura com uma argila-padrão, LL = 6 e IP = — 2. Como veremos adiante, a interpretação estatística da correlação entre a grunulometria dos solos e os limites de consistência dá a mesma indicação. A fig. 7 mostra que, para $t < 0{,}19$ (em que $t = x/a$, sendo x a percentagem de solo que passa no crivo n.º 200), os índices de plasticidade são normalmente inferiores à unidade.

4 — Observações sobre a constante *a*

Reconhece-se fàcilmente que a constante *a*, introduzida a propósito da previsão das características de misturas de solos, tem uma aplicação mais geral e é dotada de certas propriedades dignas de nota.

Em primeiro lugar, prova-se fàcilmente que esta constante é proprocional à área limitada

pela curva granulométrica, pelo eixo $y = 0$ e pelas ordenadas correspondentes aos crivos n.º 7 e n.º 200 B. S. Tem assim alguma semelhança com os conceitos introduzidos por *Abrams* (8), *Turnbull* (9) e *Burmeister* (10).

Mas a constante *a* não pode tomar qualquer valor para um dado solo.

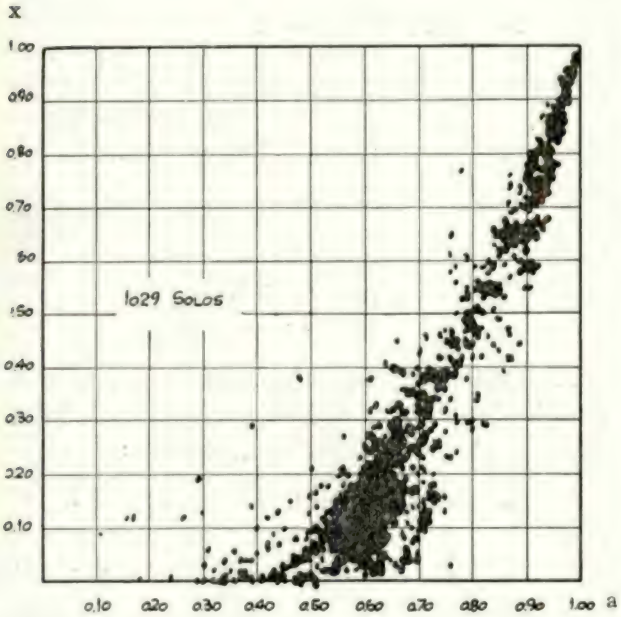


Fig. 2 — Relação entre a percentagem de finos *x* (— 0,076 mm) e constante *a*

Ela depende, em primeiro lugar, da percentagem de finos *x* (percentagem que passa no crivo n.º 200), como flagrantemente se nota na fig. 2, na qual se representou, para 1.029 solos de Moçambique, a relação entre *x* e *a*. Note-se que são em número reduzido os solos para os quais $a < 0{,}50$: os solos em que tal aconteceu são predominantemente constituídos por cascalho (gravel).

Se, em lugar de *a*, consideramos $t = x/a$, a fig. 3 mostra a correlação obtida entre *t* e *x*, também para os mesmos 1.029 solos. A dispersão de valores é ainda menos acentuada, podendo mesmo estabelecer-se a relação estatística

$$t = 0{,}9\ x^3 - 2{,}1\ x^2 + 2{,}0\ x \quad . \ . \ . \ . \ (3)$$

ou, com menor grau de aproximação

$$t = x^3 - 2\ x^2 + 2\ x \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (4)$$

Assim, a constante *a*, determinada exclusivamente a partir das ordenadas da fracção areia da curva granulométrica, aparece estreitamente influenciada pela percentagem de finos. Qual será a influência da percentagem de argila < 0,002 mm?

As figs. 4 e 5 respondem claramente a esta questão; para cada valor da percentagem > 0,002 mm, existe um mínimo de *a* ou *t*, perfeitamente definido e, provàvelmente, também um máximo.

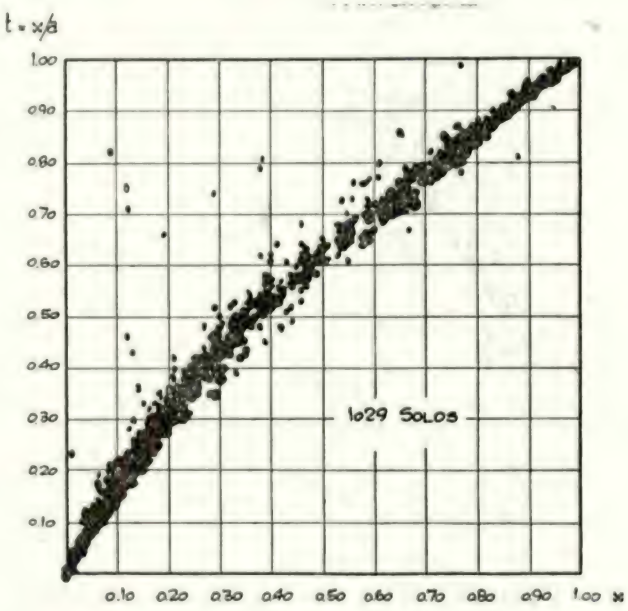


Fig. 3 — Relação entre as constantes $t = x/a$ e *x*

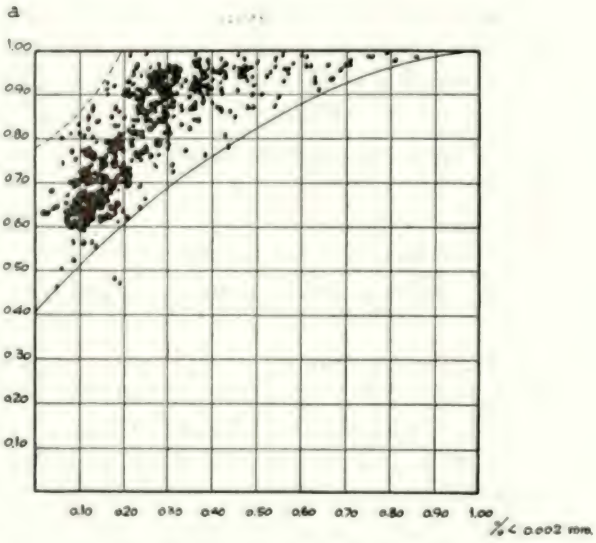


Fig. 4 — Correlação entre a constante *a* e a pereentagem de argila

Tentativamente, representaram-se nos gráficos as fronteiras respectivas.

Ainda se não poderam tirar todas as conclusões destes resultados; mas tudo leva a crer que, num

solo natural, as percentagens de argila e areia não são independentes, mas uma condiciona a outra, dentro de certos limites. Por outro lado, como t e x estão univocamente relacionados, é de prever a existência duma dependência semelhante entre a percentagem total de finos, x, e a percentagem de partículas de argila menores que 0,002 mm.

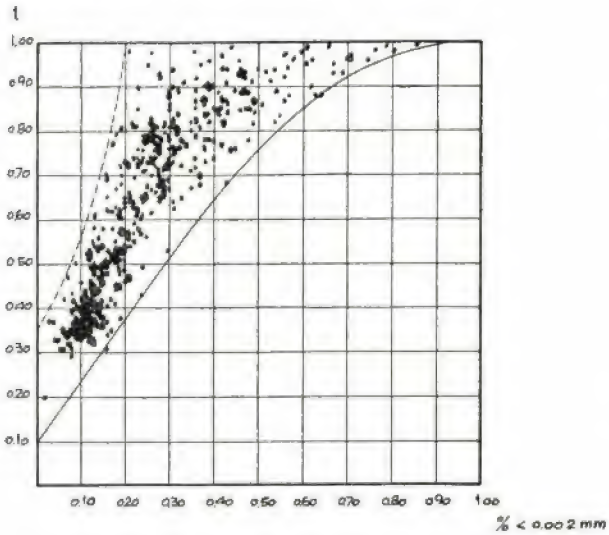


Fig. 5 — Correlação entre $t = x/a$ e a percentagem de argila (— 0,002 mm)

Parece portanto de admitir, como hipótese de trabalho, que tudo se passa como se a curva gronulométrica dum solo natural não pudesse tomar uma forma arbitrária, antes se verifica um condicionamento estreito entre as diferentes fracções que a constituem.

5 — Correlação entre os limites de Atterberg e a granulometria

A existência das relações (2) permite prever que deverá existir certa forma de correlação entre a granulometria e as grandezas estudadas.

Com efeito, qualquer solo pode ser considerado como a mistura ideal de dois outros solos, obtidos pela sua crivagem através do crivo n.º 200, separando-se assim a fracção de finos (argila e silte) da fracção de grossos (areia e cascalho).

Essa mistura ideal ficará constituída por x % de finos e $(1-x)$ % de grossos. As curvas granulométricas referentes a cada um dos solos ideais resultantes da bipartição do solo inicial ficam inteiramente definidas. Com efeito, sendo

y_i = ordenada qualquer da curva granulométrica do solo simples;

y_i' = ordenada correspondente da fracção de finos (passando no crivo n.º 200);

y_i'' = ordenada correspondente da fracção de grossos (retida no crivo n.º 200)

resulta

$$y_i = x\, y_i' + (1-x)\, y_i'' \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

Como, para diâmetros iguais ou inferiores ao crivo n.º 200, $y_i'' = 0$, e para diâmetros iguais ou superiores ao crivo n.º 200, $y_i' = 1$, vem

$$y_i' = \frac{y_i}{x}$$

$$y_i'' = \frac{y_i - x}{1-x}$$

Além disso, sendo a a constante granulométrica do solo simples, e a_1 e a_2 as correspondentes dos solos ideais que o constituem, teremos:

$$a = x\, a_1 + (1-x)\, a_2 \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

com

$$a_1 = 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

$$a_2 = \frac{a-x}{1-x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

ou

$$a = x + (1-x)\, a_2 \quad \ldots\ldots \quad (11)$$

De (2) resulta:

$$K = \frac{x K_1 + (1-x)\dfrac{a-x}{1-x}}{a} = K_2 + (K_1 - K_2)\frac{x}{a} =$$

$$= K_2 + (K_1 - K_2)\, t = K_2 + f.t \quad \ldots \quad (12)$$

sendo f uma função de variáveis desconhecidas.

Na realidade, verifica-se que, para os casos já estudados do LL e IP (e portanto LP), a correlação (12) toma a forma

$$K = b_1 + b_2\, t + b_3\, t^2 \quad \ldots\ldots \quad (13)$$

As figs. 6 e 7 traduzem justamente essa relação para 787 solos de Moçambique. As constantes das curvas representadas, a saber

$$LL = 0{,}067 + 0{,}303\, t + 0{,}309\, t^2 \quad \ldots \quad (14)$$

$$IP = -\,0{,}026 + 0{,}097\, t + 0{,}240\, t^2 \quad \ldots \quad (15)$$

tinham sido prèviamente ajustadas pelo método dos mínimos quadrados, para apresentação ao

Congresso de Mecânica do Solo Zürich, em 1953 (5) para 353 solos *diferentes destes*, tendo-se obtido como factores de correlação, R = 0,988 para o LL e R = 0,983 para o LP (sendo o factor de correlação definido por $R = 1 - \frac{U}{n\sigma^2}$, com U representando a soma dos quadrados dos resíduos, n o número de observações e σ o desvio padrão).

que coincidiria com (2) desde que tivessemos $\frac{x_1^2}{a_1^2}$ em lugar de $\frac{x_1\,x}{a_1\,x}$ e $\frac{x_2^2}{a_2^2}$ em lugar de $\frac{x_2\,x}{a_2\,a}$

A diferença:

$$\Delta = \frac{b_3}{a}\left[A_1\,x_1\,(t - t_1) + A_2\,x_2\,(t - t_2)\right] \quad (16)$$

é desprezável para fins práticos.

A dispersão de resultados traduz, justamente, a nosso ver, a influência de outros factores diferentes da granulometria. Uma investigação em larga escala está sendo actualmente realizada neste Laboratório, tendo por fim o estudo da influência sobre os limites de Atterberg da

a) — Natureza mineralógica da fracção argila;
b) — Percentagem de coloides;
c) — pH;
d) — Matéria orgânica:
e) — Carbonato de cálcio;
f) — Capacidade de troca de catiões;
g) — R^2O^3; OC_a; OM_g; Fe^2O^3; Al^2O^3; $Na^+ + K^+$.

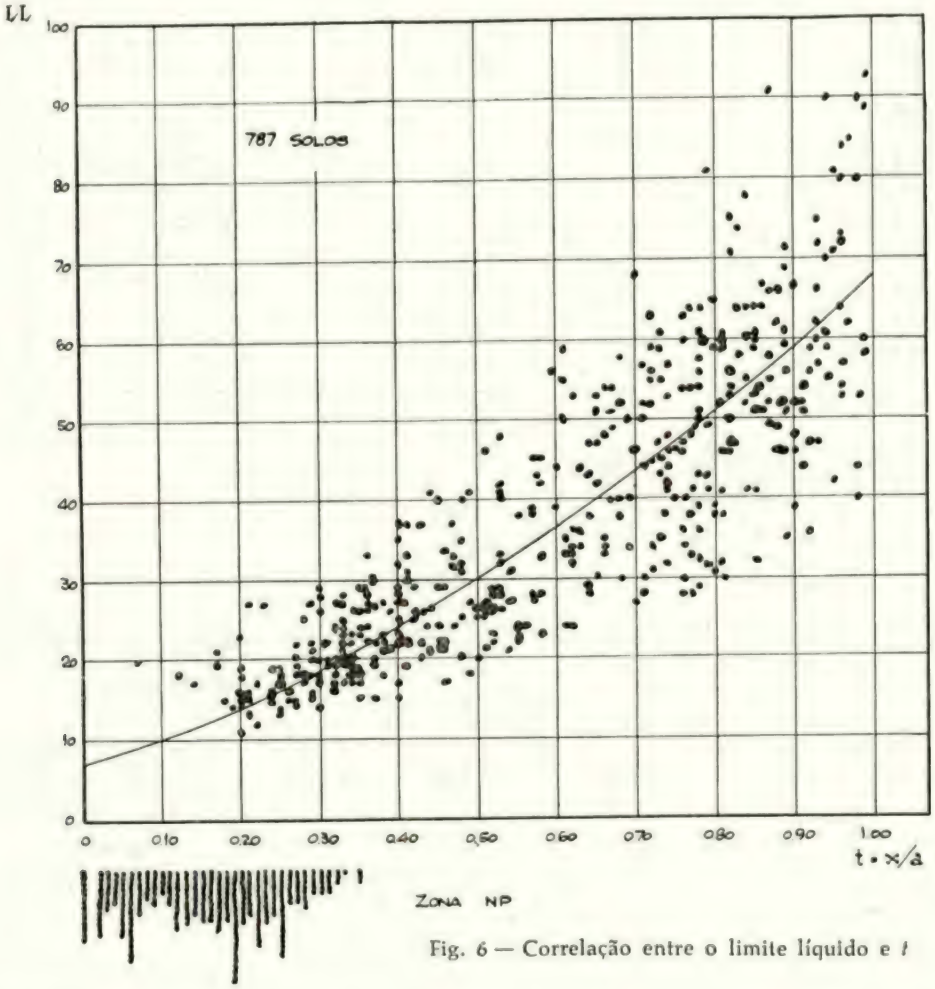


Fig. 6 — Correlação entre o limite líquido e *t*

Da existência da correlação dada por (13), obtem-se

$$\text{LL ou IP} = b_1 + b_2\frac{x}{a} + b_3\frac{x^2}{a^2} =$$

$$= b_1 + b_2\frac{A_1\,x_1 + A_2\,x_2}{A_1\,a_1 + A_2\,a_2} + b_3\frac{(A_1\,x_1 + A_2\,x_2)^2}{(A_1\,a_1 + A_2\,a_2)^2} =$$

$$= \frac{A_1\,a_1\left(b_1 + b_2\frac{x_1}{a_1} + b_3\frac{x_1\,x}{a_1\,a}\right)}{A_1\,a_1 + A_2\,a_2} +$$

$$+ \frac{A_2\,a_2\left(b_1 + b_2\frac{x_2}{a_2} + b_3\frac{x_2\,x}{a_2\,a}\right)}{A_1\,a_1 + A_2\,a_2}$$

Deve ter-se em conta que, dada a situação de Moçambique, muitos solos examinados tem propriedades lateríticas; esse aspecto tem sido também tomado em devida conta.

A identificação mineralógica das argilas tem sido conduzida utilizando simultâneamente a análise térmica diferencial, observação directa ao microscópio electrónico e difracção electrónica. Devem ser publicados em breve resultados já adquiridos neste campo.

Na apreciação das correlações (14) e (15) deve ter-se presente que os coeficientes foram determinados estatìsticamente utilizando exclusivamente solos de Moçambique. Achou-se contudo interessante examinar o que se passa com os solos de diversas proveniências catalogados por Lambe e Martin (11). Infelizmente, estes autores fornecem, quanto à granulometria, apenas as percentagens menores que 0,07 e 0,002 mm. Servimo-nos portanto da primeira, que corresponde a x, para a partir dela e utilizando o gráfico da fig. 3 determinarmos t. Esta determinação foi feita considerando o valor mais favorável de t compatível com os dados daquele gráfico.

O quadro II sintetiza os valores achados, ordenados segundo os desvios crescentes dos valores determinados e calculados do limite líquido.

Dos 23 solos considerados, 11 apresentam limites líquidos com desvio inferior a 10 entre os valores determinados e calculados; 16 apresentam índices de plasticidade também com desvios inferiores a 10 entre os dois valores.

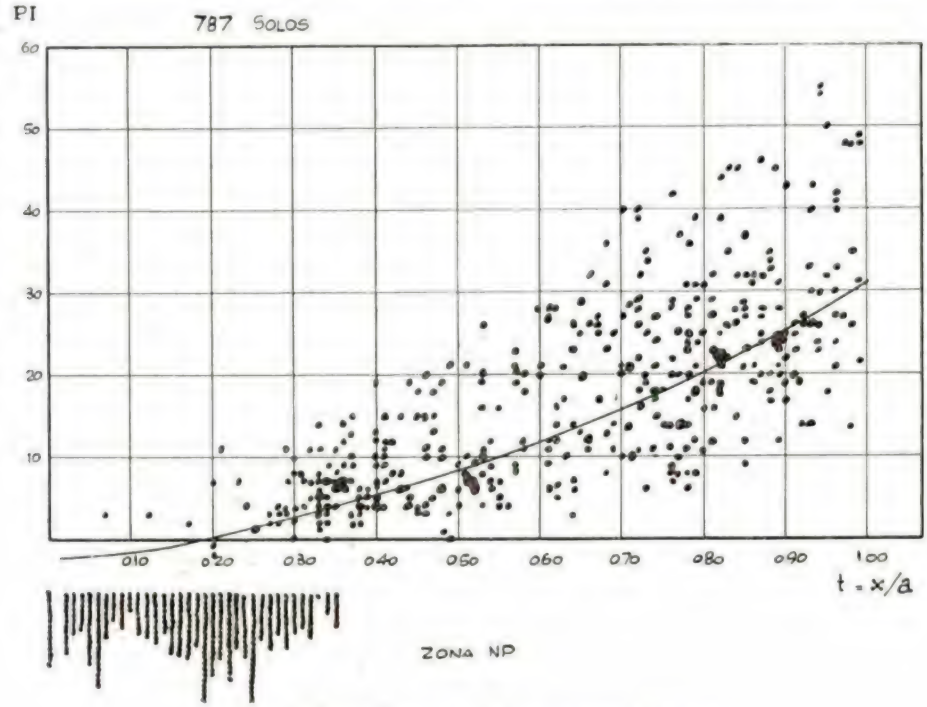


Fig. 7 — Correlação entre o índice de plasticidade e t

6 — Outras aplicações à estabilização mecânica

Muito provàvelmente, especificações respeitantes à estabilização mecânica de solos (como as da A. S. T. M.), baseadas no estabelecimento de valores extremos para a granulometria, percentagem que passa no crivo n.º 200, limite líquido e índice de plasticidade, contêm condições superabundantes.

Na fase actual da investigação em curso, ainda não é possível tirar conclusões definitivas neste campo, mas parece haver esperança em estabelecer uma justificação racional para essas especificações empíricas.

Tal possibilidade foi apontada em trabalho anterior do autor (5), no qual se apresentavam diagramas provisórios, baseados nos valores de x, a e t, para definição dos solos próprios para cada tipo de estabilização.

Apresenta-se agora, na fig. 8, um outro tipo de diagrama baseado nos valores de $t = x/a$ e x, e no qual se inscreveu a representação dos

QUADRO II

N.º da amostra	Solo	x —0,07 mm	t	Limite líquido			Índice de plasticidade			Composição da fracção de silte e argila em % de peso
				Do solo	Calculado	Desvio	Do solo	Calculado	Desvio	
38	Argila siltosa castanho-clara	0,41	0,49	29	29	0	11	8	+ 3	Quartzo = 50; Ilite = 20; caulinite = 15; cibsite = traço; matéria orgânica = 0,5
5	Marga	0,45	0,50	28	30	— 2	8	8	0	Calcite = 75; montmorilonite = 10
28	Argila glacial com grossos	0,44	0,60	34	36	— 2	15	12	+ 3	Quartzo = 20; Fe^2O^3 = 0,5; ilite = 60; mica = 25; matéria orgânica = 1,7
30	Argila glacial castanha	0,28	0,35	19	21	— 2	7	4	+ 3	Quartzo = 45; ilite = 40; clorite = 10 ±; Fe^2O^3 = 0,6
19	Argila	0,97	0,96	68	65	+ 3	22	28	— 6	Quartzo = 15; carbonatos = 10; ilite = 26; montmorilonite = 29; Fe^2o^3 = 4,0; matéria orgânica = 0,9
23	Argila cinzenta	0,98	0,97	62	65	— 3	25	29	— 4	Montmorilonite = 45; ilite = 25; matéria orgânica = 5,6
16	Argila vermelha	0,86	0,93	66	62	+ 4	42	27	+15	Ilite = 50; montmorilonite = 15; Fe^2O^3 = 3,8; gibsite = 5
21	Argila vermelha	0,83	0,94	58	62	— 4	38	28	+10	Quartzo = 40; Fe^2O^3 = 2,3; ilite = 30; montmorilonite = 30
24	Silte arenoso castanho	0,55	0,68	30	36	— 6	10	12	— 2	Quartzo = 25, montmorilonite = 50; ilite = 10; dolomite = 8, Fe^2O^3 = 3,1
32	Argila arenosa com cascalho	0,43	0,48	19	26	— 7	9	8	+ 1	Carbonatos = 45; Fe^2O^3 = 0,7; ilite = 20; mica = 3; clorite=30
40	Silte arenoso castanho-claro	0,86	0,87	44	57	— 7	15	24	— 9	Quartzo = traço; calcite = 50; dolomite = 20; atapulgite = 13; ilite = 4; montmorilonite = 6
6	Argila siltosa cinzento--esbranquiçada	0,97	0,96	57	65	— 8	22	29	— 7	Caulinite = 90
26	Argila castanho--escura	0,79	0,88	69	58	+11	39	25	+14	Magnesite = 5; Fe^2O^3 = 4,5; matéria orgânica = 0,7; ilite = traço; montmorilonite = 70
37	Argila vermelha e cinzenta	0,78	0,78	35	49	—14	15	19	— 4	Quartzo = 50; caulinite = 25; Fe^2O^3 = 4,2; ilite = 25
11	Silte castanho amarelado	0,73	0,75	31	47	—16	8	18	— 8	Quartzo = 5; calcite = 90; montmorilonite = 5
36	Argila arenosa vermelha	0,65	0,69	23	42	—19	9	15	— 6	Quartzo = 50; Fe^2O^3 = 0,9; dolomite = 15; ilite = 20; vermiculite = 5; matéria orgânica = 2
29	Argila cinzenta	0,82	0,83	33	54	—21	15	22	— 7	Quartzo = 30; Fe^2O^3 = 1,9; ilite = 30; clorite = 5 ±; matéria orgânica = 0,4
12	Xisto cinzento escuro	0,70	0,83	75	53	+22	29	22	+ 7	Feldspato = 10; Fe^2O^3 = 1,7; dolomite = 10; montmorilonite = = 25; ilite = 13; matéria orgânica = 2,0
18	Argila	0,92	0,92	37	61	—24	13	26	—13	Carbonatos = 15; Fe^2O^3 = 1,4; ilite = 13; montmorilonite = 12; matéria orgânica = 2,7; quartzo = traço
31	Argila cinzenta	0,95	0,94	37	63	—26	18	27	— 9	Quartzo = 35; Fe^2O^3 = 1,6; ilite = 45; clorite = 15 ±; matéria orgânica = 0,7
10	Argila estratificada	0,85	0,86	28	55	—27	10	23	—13	Quartzo = 35; Fe^2O^3 = 1,5; ilite = 5-15
35	Silte castanho	0,90	0,90	32	59	—27	6	25	—19	Quartzo = 35; vermiculite = 27; Fe^2O^3 = 1,3; ilite = 20; matéria orgânica = 1,2
34	Silte arenoso	0,95	0,94	25	63	—38	6	27	—21	Quartzo = 30; Fe^2O^3 = 0,9; calcite = 10; ilite = 25; clorite = 15
27	Argila amarela	0,81	0,90	99	59	+40	71	26	+45	Montmorilonite = 70; Fe^2O^3 = 2,3; ilite = 5; quartzo = traço
9	Silte castanho	0,97	0,96	24	65	—41	4	29	—25	Dolomite = 35; Fe^2O^3 = 1,5; quartzo = 30; ilite = 15; matéria orgânica = 1,3
39	Argila castanho-clara	0,55	0,76	100	48	+52	66	29	+37	Quartzo = 15; calcite = 60; ilite = 12; atapulgite = 12; matéria orgânica = 0,9

A.-B. SVENSKA FLÄKTFABRIKEN

- CONDICIONAMENTO DE AR
- TRANSPORTE PNEUMATICO
- CAPTAÇÃO DE POEIRAS
- AQUECIMENTO
- SECAGEM

REPRESENTANTES

JAYME DA COSTA, L.DA

R. DOS CORREEIROS 14-26, LISBOA-PORTO, P. DA BATALHA, 12-12A

TÊMPERA SUPERFICIAL POR INDUÇÃO

Os eixos temperados por indução são perfeitamente desempenados, com almas resistentes e livres de incrustações.

A têmpera poderá ser aplicada em qualquer área parcial que se deseje e tão profunda quanto for necessária — a um ritmo de produção de centenas de peças por hora.

Os fornos «BIRLEC» para têmpera superficial por indução podem tratar, pràticamente, todos os tipos de eixos — compridos, curtos, lisos, entalhados, assim como engrenagens, etc., sendo a uniformidade da têmpera assegurada por controles automáticos.

BIRLEC **LIMITED**

BIRMINGHAM — Inglaterra

Peça detalhes aos Agentes para Portugal:

Ahlers, Lindley, Limitada

Rua Ferregial de Baixo, 33-2.º
LISBOA
Telef. 21321/4

Palácio do Atlântico, 408
Praça D. João I
PORTO — Telef. 31414/5

1.029 solos na fig. 3. Os valores extremos de t foram deduzidos das correlações (14) e (15), para os valores de LL e IP das especificações da A. S. T. M. Verifica-se como é relativamente limitado o número de solos que a elas satisfazem.

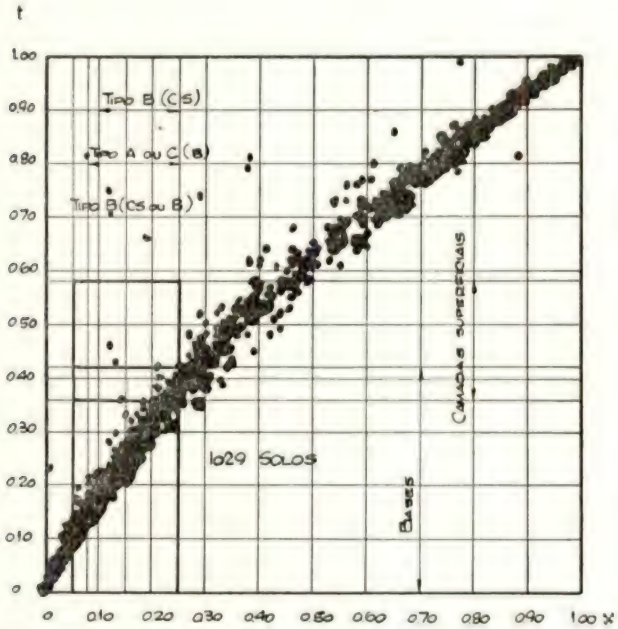


Fig. 8 — Diagrama t — x aplicado à estabilização mecânica

AGRADECIMENTO

O presente trabalho faz parte do programa de investigação em curso no Laboratório de Ensaios de Materiais e Mecânica do Solo, Lourenço Marques, Moçambique (África Oriental Portuguesa).

Agradece-se ao Prof. Hans F. Winterkorn o apoio e estímulo dado à elaboração deste trabalho, a sua revisão e tradução para a língua inglesa.

Agradece-se ao Highway Research Board a autorização concedida para a publicação da versão portuguesa.

REFERÊNCIAS

(1) *Bonnenfant, J. L.* — Les applications routières des sols cohérents — Paris — 1948.

(2) *Escário, J. L.* — Camiños — Madrid.

(3) *Hoggentogler, C. A.* — Enginneering properties of Soil — McGraw-Hill Book Co, Inc. — New York — 1937.

(4) *Wartime Road Problems n.º 5* — Granular Stabilized Roads — Higway Research Board — Washigton — 1943.

(5) *Santos, M. P. P. dos* — A New Soil Constant and its Applications — Proc. Third Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng. — Zürich — 1953.

(6) *Santos, M. P. P. dos* — Previsão do Limite Líquido e do Índice de Plasticidade de Misturas de Solos — Revista da Ordem dos Engenheiros, n.º 76 — Lisboa — 1950 — ou Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique n.º 72 — Lourenço Marques — 1950.

(7) *Santos, M. P. P. dos* — Previsão do Limite de Retracção, da Retracção Linear e do Equivalente de Humidade de Campo de Misturas de Solos — Revista da ordem dos Engenheiros n.º 94 — Lisboa — 1951 — ou Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique n.º 72 — Lourenço Marques — 1951.

(8) *Abrams, D. A.* — Design of Concrete Mixtures — Bulletin 1, Structural Materials Research Laboratory, Lewis Institute, Chicago — 1918.

(9) *Turnbull, J. M.* — A New Classification of Soils Based on the Particle Size Distribution Curve — Proc. Sec. Int. Conf. Soil Mech. Found Eng. — Rotterdam — 1948.

(10) *Burmeister, D. M.* — A Study of Physical Characteristics of Soil with Special Reference to Earth Structures – Bulletin n.º 6 — Department of Civil Engineering, Columbia University — New York — 1938.

(11) *Dambe, T. W.* e *Martin, R. T.* — Composition and Engineering Properties of Soil (II) — Proc. of the 33 th. Annual Meeting of the Highway Research Board — Washington — 1954.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 91.0 % dos totais do País.*

AGOSTO

I — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	131,1	152,8	+ 17
Produção térmica (P_t)	4,4	0,0	—100
Produção total (P_T)	135,5	152,8	+ 13
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	21,6	31,0	+ 44
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	106,1	114,0	+ 7
Consumo total (C_T) . . . . (1)	127,7	145,0	+ 14

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

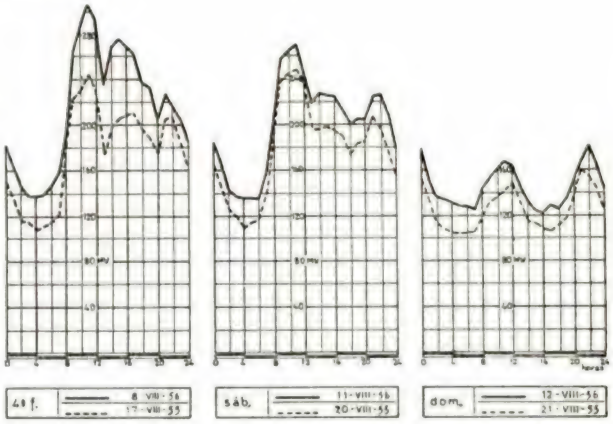
	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	1102,4	1297,4	+ 18
Produção térmica (P_t)	31,0	3,6	— 88
Produção total (P_T)	1133,4	1300,7	+ 15
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	248,6	319,7	+ 29
Cons. permanentes (C_p) . . . (1)	843,8	936,7	+ 11
Consumo total (C_T) . . . . (1)	1092,4	1256,4	+ 15

Nota:

(1) Os consumos permanentes C_p incluem as perdas nas redes de distribuição. O consumo electroquímico (C_{eq}) inclui as respectivas perdas totais. O consumo total C_T é a soma de C_p e C_{ep}. Desta forma a diferença $P_T - C_p$, acrescida da energia entrada na rede de origem estranha ao R. N. C. representa os consumos próprios das centrais e as perdas dos consumos permanentes na rede de grande transporte.

II — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira: 17-8-955	4.ª feira: 8-8-956
Produção hidráulica (P_h) — MWh	4292	5276
Produção térmica (P_t) — MWh . .	132	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	4424	5276
Utilização da ponta (U) — horas	18,1	17,2
Factor de carga (α)	0,74	0,72
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,44	0,45



Em 1956 os diagramas representados referem-se ao dia 8 (4.ª feira), 11 (Sábado) e 12 (Domingo), em virtude da terceira 4.ª feira recair num feriado.

III — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada GWh	Energia armazenada % (1)
Venda Nova	78,4	59,7
Salamonde	18,9	67,6
Caniçada	17,8	53,2
Guilhofrei	2,9	35,7
Lagoa Comprida	20,2	68,5
Santa Luzia	21,0	62,2
Cabril	242,6	73,3
Castelo do Bode	128,3	78,2
Pracana	4,9	47,9
Póvoa	8,4 (2)	69,6
Total		

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras, definido pela relação

$$\frac{\text{Energia armazenada}}{\text{Máx. energia armazenável}} \times 100\ \%$$

(2) Inclui 1,6 GWh armazenado no açude do Poio.

C. D. U. 621.312

A comparação dos consumos de energia eléctrica dos diferentes dias da semana por meio de factores de ponderação

PELO ENG.º ELECTROTÉCNICO (U. P.) JOÃO NUNES DA COSTA

Dos Serviços do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.) a cargo da Companhia Nacional de Electricidade

Os dados estatísticos que serviram à elaboração deste trabalho, foram obtidos nos Serviços do R. N. C. Ao Eng.º Fernando Ivo Gonçalves, Chefe daqueles Serviços, queremos expressar o nosso especial reconhecimento, pela maneira, verdadeiramente amiga e gentil, como nos ajudou na execução deste trabalho, através das suas construtivas sugestões e fundamentadas críticas, que nos foram de extremo proveito.

0. ESQUEMA DO TRABALHO

0. — Esquema do trabalho
1. — Generalidades — considerações sobre o método em geral
2. — Aplicação ao caso português — modificações introduzidas e suas justificações; influência da electroquímica não permanente e do apoio térmico; esquematização dos processos seguidos no cálculo
3. — Resultados e conclusões a partir dos elementos obtidos — aspectos gerais dos anos estudados; dias normais e dias feriados e especiais; conclusões e resultados
4. — Breve indicação de algumas aplicações práticas.

1. Generalidades

O presente trabalho foi-nos sugerido pela leitura duma transcrição, aparecida no Bull. da ASE n.º 3 de 1955, dum artigo do eng.º Weissert publicado no Electriche Wirtsch n.º 1 (p. 1 a 4) de 1954, e à qual nos reportamos, citando apenas os passos mais importantes.

O método, aplicado a uma dada região ou país, consiste em comparar, dentro de cada semana, todas as produções diárias com a dum dia-tipo (cujo factor de ponderação se toma por definição igual a 1) e que é em geral a da respectiva quarta-feira.

O processo é o mesmo quer para as semanas sem dias feriados quer ainda para as que têm dias feriados (nacionais ou regionais). Se, nesta última hipótese, o feriado recair no dia-tipo, isto é na quarta-feira dessa semana, o valor da sua produção é substituído pela média das produções das duas quarta-feiras que a enquadram.

Uma vez obtidos esses valores para um dado período, (no caso presente o ano civil) calcula-se a média dos vários factores de ponderação das semanas normais, excluindo-se os dias feriados ou especiais, que são considerados isoladamente e cujo valor depende em certos casos das diferentes combinações possíveis.

Deste modo, uma vez reduzidas as produções diárias a percentagens da produção do dia-tipo (dia útil normal), consegue-se eliminar as influências dos feriados e das festas móveis.

2. Aplicação ao caso português

Ao estudar a aplicação do método ao caso português, introduziram-se ligeiras modificações. A primeira destas modificações deve-se à influência da grande indústria electroquímica não permanente, cujo funcionamento, além de ser não permanente, é ainda muitas vezes irregular nos próprios períodos de funcionamento. E o seu peso em relação aos restantes consumos é de tal ordem que não permite raciocinar sobre os consumos totais.

Deste modo, aos valores da produção total, subtraiu-se diàriamente a produção correspondente ao consumo da grande indústria electroquímica não permanente e respectivas perdas,

obtendo-se por diferença as produções necessárias à satisfação dos consumos permanentes e respectivas perdas.

Foi sobre estas produções que se prosseguiu e apenas em relação a elas são válidas as conclusões que tirarmos.

Uma outra influência a ter em conta é a resultante do funcionamento das centrais térmicas. Dado que esse funcionamento não tem no caso português carácter uniforme e que, ao verificar-se, assume em geral carácter intenso, pode daí resultar uma causa de erro. (1) No que se refere ao ano de 1955 não parece ter tido qualquer influência nalguns valores anómalos que surgiram. Em 1954 nos meses de apoio térmico intenso, as variações da produção térmica diária podem justificar alguns valores que no entanto estão dentro do aceitável.

No presente trabalho, não se descriminaram as semanas normais das semanas com dia feriado. Na verdade julga-se não ser lógico, e o exame dos quadros de 1954 e 1955 pareceu mostrá-lo, separar os dias úteis da semana, por exemplo uma 2.ª ou 3.ª, só porque um dia feriado recaía na 5.ª ou 6.ª feira; preferiu-se considerar esses casos um por um e, consoante fossem ou não anómalos, considerá-los ou não especialmente.

Na transcrição do Bull. da ASE nada há explícito sobre o modo de considerar estes casos (dias úteis das semanas com dia feriado). (2)

Além deste ponto que não foi possível esclarecer, um outro apareceu no respeitante à incidência do dia-tipo em dia seguinte a um dia feriado ou especial, como por exemplo no caso de 4.ª feira de cinzas. Dever-se-á manter a escolha do dia-tipo ou alterá-la? Dado que não foi possível, nestes dois anos estudados, firmar uma idéia sobre o assunto, manteve-se a escolha do dia-tipo, embora em certa medida lhe possa ser imputado o aparecimento de valores um tanto ou quanto anómalos.

Sempre que a 4.ª feira duma dada semana recaíu num dia feriado, procedeu-se conforme vem indicado em **1**, com excepção dum só caso (ocorrido em 1954) em que, por coincidência, dois feriados recairam em duas quartas-feiras imediatas.

Neste caso, preferiu-se tomar para valor do dia-tipo a média dos valores de 3.ª e 5.ª feiras da respectiva semana e não a média das produções das quartas-feiras que as enquadravam, o que parecia inconveniente, não só pelo facto duma diferença de três semanas entre a primeira e a última ser já apreciável, mas também por levar a considerar para as duas semanas enquadradas, dias-tipo de igual valor, o que não é precisamente o mais correcto.

Obtidos os diferentes factores de ponderação para os anos de 1954 e 1955, foram eles ordenados cronològicamente em quadros, assinalando-se devidamente os dias especiais os quais foram considerados um a um; conforme já foi dito, não se separaram porém as semanas com dias normais das semanas com dias feriados.

Vejamos como a partir destes quadros se prosseguiu no estudo.

Primeiramente entendeu-se que seria muito mais claro e perceptível para consulta representar gràficamente tais quadros, podendo-se deste modo constatar fàcilmente a influência dos dias feriados e especiais e avaliar do seu grau de importância, sem recorrer directamente aos quadros originais, de consulta fastidiosa.

A partir desses quadros foram os factores de ponderação agrupados em duas classes:

— a dos dias úteis, sábados e domingos, que se denominam genèricamente «dias normais».
— a dos dias feriados e especiais englobando todos os dias de carácter excepcional, e onde se incluiram feriados nacionais, regionais, dias de tolerância, pontes entre feriados ou entre domingos e feriados, etc.

Seguidamente para cada ano e para o biénio, traçaram-se as curvas de frequência dos factores de ponderação dos dias normais, calculando-se também várias grandezas características tais como, valores médios, desvios, intervalos mais frequentes, etc., indicando-se também os factores de ponderação dos dias feriados e especiais.

---

(1) Na verdade a entrada (ou a saída) em serviço intenso das centrais térmicas se se não verificar no início da semana, pode traduzir-se numa variação importante em relação à produção de 4.ª feira, devido ao importante consumo próprio das centrais.

(2) Embora lá se fale em dias úteis normais «(jours ouvrables normaux)» não se fala nos dias úteis das semanas com dias feriados, parecendo todavia que os factores de ponderação são calculados apenas com as semanas normais.

O exame mais detalhado destes elementos, e bem assim as conclusões que desse estudo se podem tirar, constam do capítulo seguinte do presente trabalho.

3. Resultados e conclusões a partir dos elementos obtidos

No presente capítulo procurar-se-á estudar concretamente os casos dos anos de 1954, 1955 e do biénio de 1954-55 e para isso dividir-se-á esse estudo em três partes a saber:

1) — *aspectos gerais dos anos em estudo*
2) — *exame dos dias normais*
3) — *exame dos dias feriados e especiais*

1) — *Aspectos gerais dos anos em estudo*

Examinemos os gráficos 1 e 2, referentes respectivamente a 1954 e 1955, e onde se encontram marcados os diferentes factores de ponderação (dias úteis, domingos, feriados e dias especiais). Tais gráficos traçados propositadamente a uma escala que aplanasse as pequenas oscilações sem significado, patenteiam bem a existência e o valor dos diferentes factores de ponderação, nomeadamente dos dos dias feriados e especiais.

Mesmo num exame de relance, nota-se bem que os factores de ponderação das 3.as, 5.as e 6.as andam sensìvelmente à volta do do dia-tipo (factor 1), que os das 2.as feiras são-lhe dum modo geral e constante inferiores aproximando-se dos dos sábados, sendo os dos domingos, como é natural, sensìvelmente mais baixos.

Digno de nota é, também, o facto dos dias de Ano Novo e Natal (especialmente o último) terem um factor da ordem do dos domingos mas mais baixo, merecendo ainda relevo os valores baixos da 2.a feira de Páscoa, 6.a feira Santa, e das vésperas de Natal e Ano Novo, que constituem nìtidamente pontos anómalos nos respectivos gráficos.

Para terminar repare-se na irregularidade dos sábados e domingos, que reveste um aspecto geral ao longo do ano o que pode porventura explicar-se por se tratar de dias fàcilmente sujeitos a flutuações ocasionais de consumo, provocadas por razões diversas.

2) — *Exame dos dias normais*

A partir dos quadros cronológicos, foi feita, para cada dia da semana e para os anos de 1954, 1955 e biénio, a ordenação dos factores de ponderação dos dias normais. Para tal dividiu-se o intervalo em classes de 19 elementos cada, admitindo que a cada uma corresponderia o valor do seu ponto médio (arredondando para mais por simplificação). Deste modo se obtiveram os elementos constantes dos quadros 1, 2 e 3, que correspondem respectivamente aos anos de 1954, 1955 e ao biénio; tais elementos são os seguintes:

a) — para os anos de 1954 e 1955
- frequências . . . . . f
- valor médio dos factores de ponderação $\bar{x}$
- valor médio do intervalo mais frequente m
- valores dos dias especiais e feriados .

b) — para o biénio 1954-55
- frequências . . . . . f
- valor médio dos factores de ponderação $\bar{x}$
- desvio médio quadrático . . . . . σ
- desvio médio aritmético . . . . . ε_a
- valor médio do intervalo mais frequente . . . . . m

Traçaram-se ainda para o caso da alínea *a*) as curvas de frequência (gráfico n.º 3) e para o caso da alínea *b*) as curvas de frequência, a curva teórica integral da distribuição normal correspondente e marcaram-se os pontos da curva integral da distribuição real (gráf. n.º 4). Do exame desses elementos podem tirar-se algumas interessantes conclusões.

Assim:

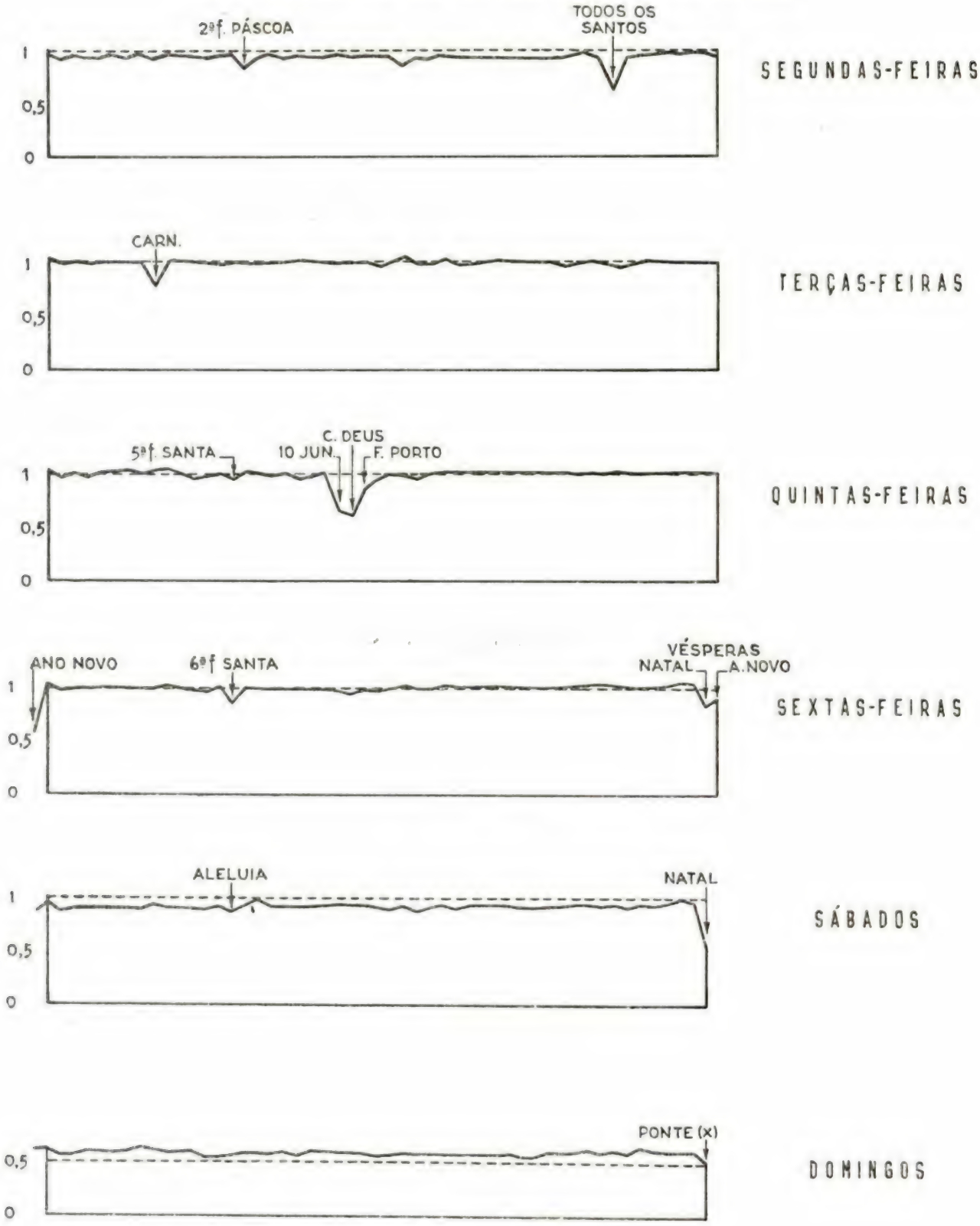
— A distribuição dos diversos factores de ponderação diários (dias normais) em torno do valor médio segue uma lei aproximadamente normal (gráfico n.º 4); o ajustamento desses pontos não é perfeito dado o reduzido número de intervalos.

— Verifica-se que o valor médio dos factores de ponderação $\bar{x}$, toma os seguintes valores para os dias da semana considerados normais:

Valores dos factores de ponderação dos dias normais em ‰

	2.ª feira	3.ª feira	5.ª feira	6.ª feira	Sábado	Domingo
1954	934	992	1.000	999	923	595
1955	932	993	1.002	1.000	918	585
Biénio	929	992	1.001	1.000	920	590

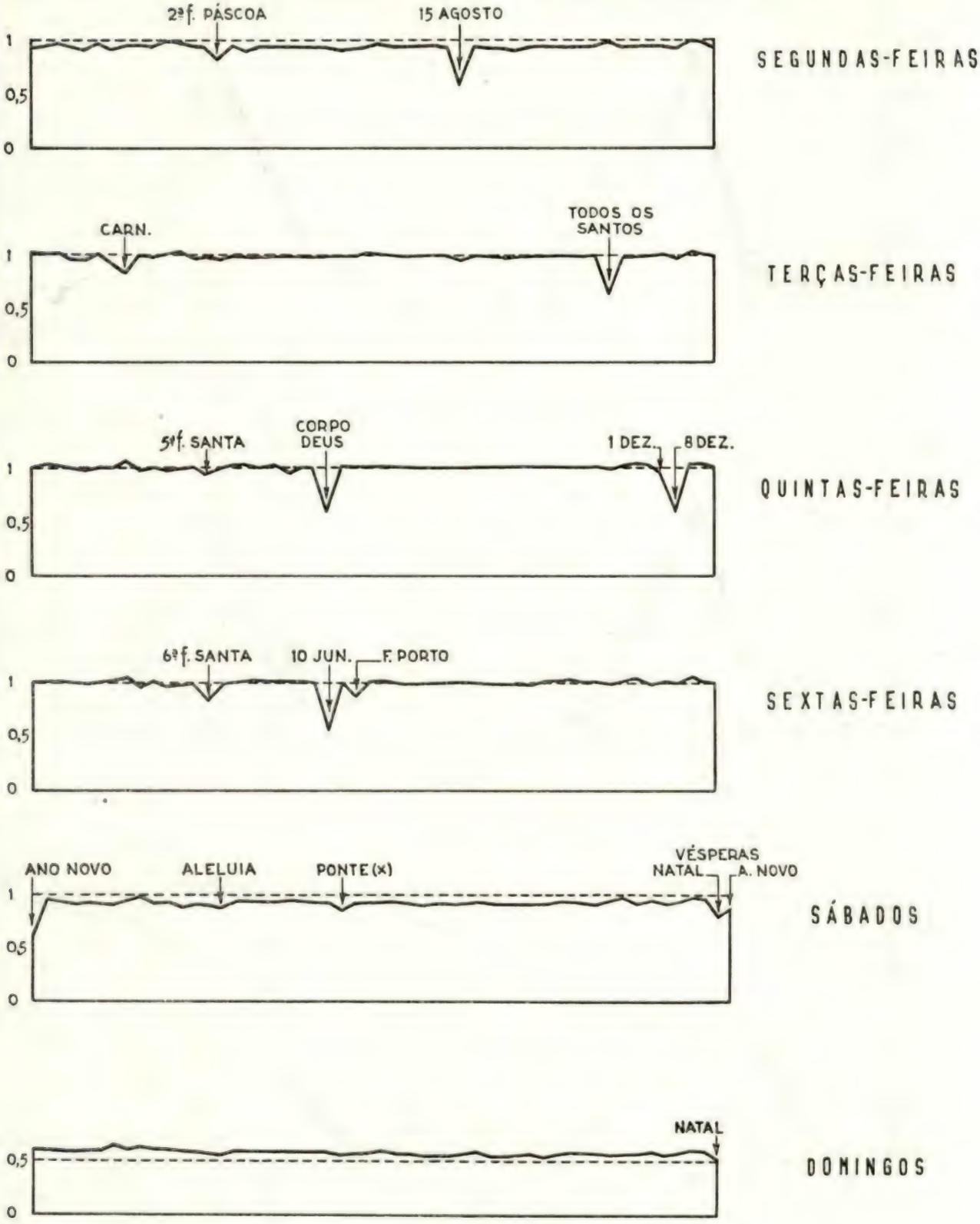
Factores de ponderação dos diferentes dias da semana em 1954



(x) - Domingo seguinte ao dia de Natal.

GRAFICO 1

Factores de ponderação dos diferentes dias da semana em 1955



(x) - Ponte entre dois feriados seguidos (CORPO DEUS e 10 JUNHO) e um domingo.

GRÁFICO 2

Factores de ponderação — Curvas de frequências

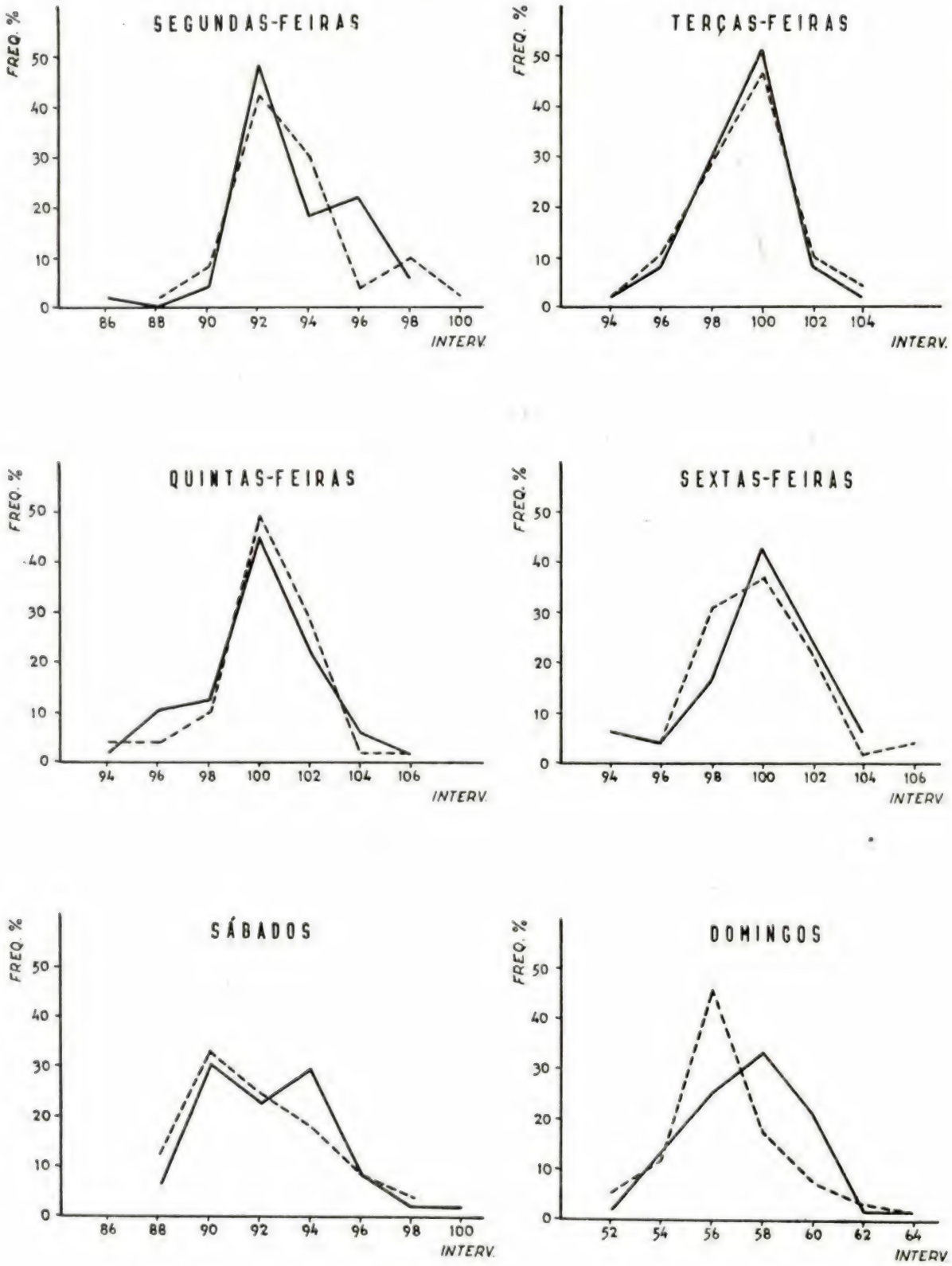


GRAFICO 3

Factores de ponderação — Curvas de frequências e curvas integrais de distribuição
BIÉNIO 1954-55

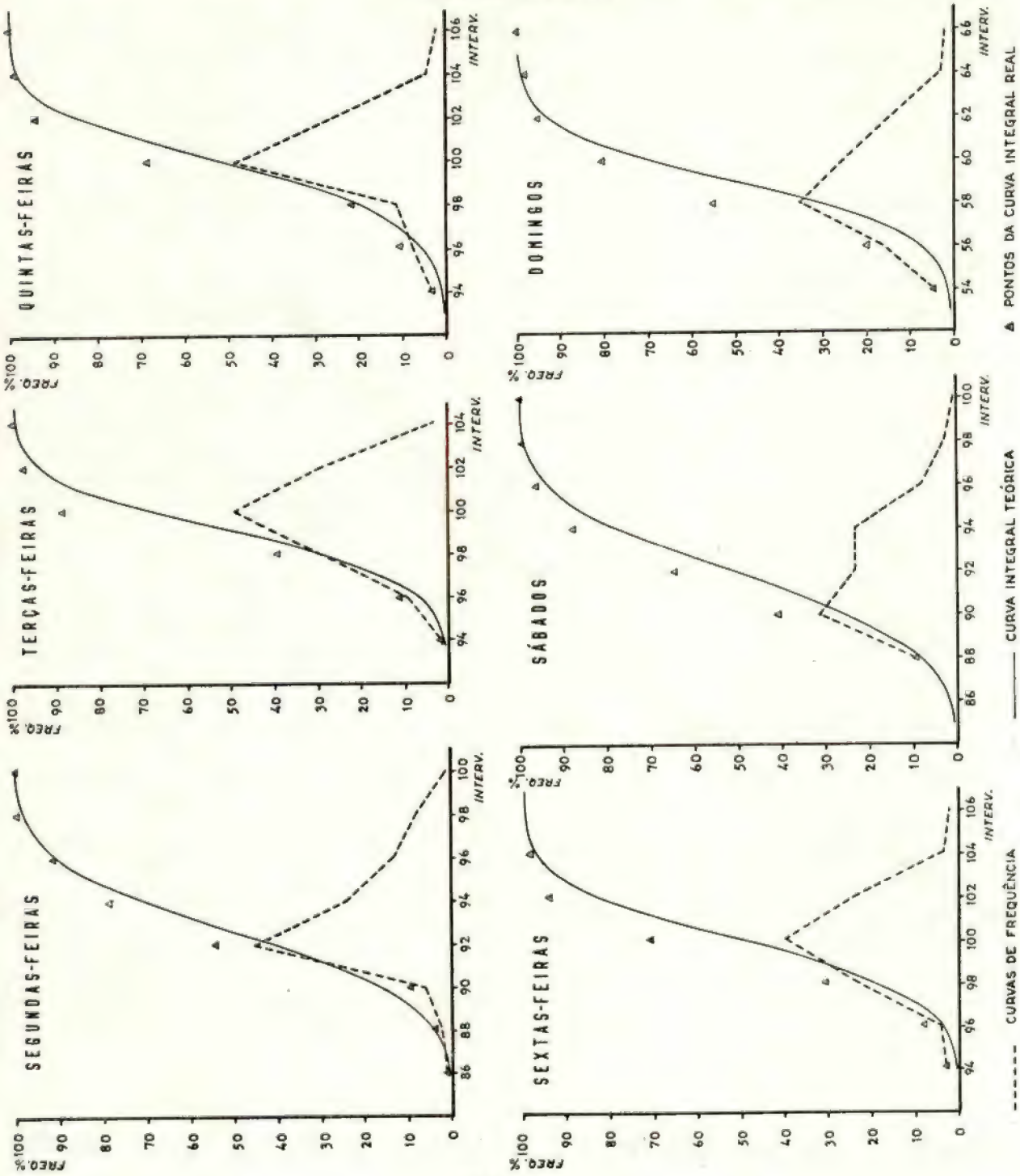


GRÁFICO 4

— Deste modo podem tomar-se para valores médios desses factores os seguintes valores, arredondados à segunda casa decimal:

2.ª feira	3.ª feira	5.ª feira	6.ª feira	Sábado	Domingo
0,93	0,99	1,00	1,00	0,92	0,59

Vê-se pois que as produções necessárias à satisfação dos consumos de carácter permanente [1]

[1] Isto é excluindo o fornecimento à grande indústria electroquímica não permanente.

dos dias normais, são, em cada semana, pràticamente iguais na 4.ª, 5.ª e 6.ª feiras um pouco menores na 3.ª, quase iguais na 2.ª e sábado [1] e bastante menores no domingo.

3) — *Exame dos dias feriados e especiais*

Não é possível, para estes, formar ideias tão precisas como para os casos dos dias normais, não só por dependerem bastante do dia da semana em que recaiem, mas também devido ao escasso número de elementos que se possuem.

No entanto, embora sujeito a futuras correcções, parece poder-se concluir que:

— Os dias de Ano Novo, da Raça (10 de Junho), Corpo de Deus, 15 de Agosto e 8 de Dezembro devem ser ponderados como um domingo.

— A 3.ª feira de Carnaval, 2.ª feira de Páscoa e véspera de Natal devem ser ponderados como 0,81 do dia útil normal.

— A 6.ª feira Santa, Sábado de Aleluia, 24 de Junho (feriado no Porto), o 1.º de Dezembro e a véspera do Ano Novo devem ser ponderados como 0,86 do dia útil normal.

— O dia de Natal tem sempre um consumo inferior ao dum domingo, devendo ser ponrado como 0,52 do dia útil normal.

Estas conclusões, salienta-se de novo, devem tomar-se como ordens de grandeza aproximadas em torno das quais oscilam os diferentes factores de ponderação, não se lhes devendo conferir a mesma precisão dos dos dias normais.

[1] Embora, frize-se, com diagramas de carga de forma sensìvelmente diferente.

4. Breve indicação de algumas aplicações práticas

Tencionávamos apresentar neste capítulo algumas aplicações dos factores de ponderação a certos casos da prática.

Dada por um lado a extensão deste trabalho, e por outro lado atenta a circunstância de em certos desses problemas o estudo não estar ainda completo, fomos levados a indicar apenas essas aplicações deixando para ulterior oportunidade o estudo que pretendíamos fazer.

O uso dos factores de ponderação, confere ao cálculo das evoluções dos consumos ou à comparação de consumos em épocas diferentes uma maior precisão, pois elimina a influência dos dias feriados e das festas móveis, reduzindo esses consumos a consumos ponderados do dia útil normal. Esta é uma das suas aplicações, extensível evidentemente aos casos de previsões de consumo em períodos futuros. No Bull. da ASE já referido mostram-se exemplos concludentes quanto ao caso de comparação de consumos.

Também um outro caso onde nos parece ser aplicável o uso dos factores de ponderação (trata-se antes duma melhoria do que uma aplicação directa), é no traçado de curvas monótonas de carga (diagramas de duração de cargas).

Na verdade se se admitir que os factores de ponderação, representando uma correlação entre energias de diagramas, podem, sob certas reservas, representar uma correlação das respectivas potências, no traçado das curvas monótonas, poderão as potências de certos dias ser reduzidas às do dia útil, o que nos parece aproximar-se mais da realidade.

Há que pôr todavia certas reservas, pois não é legítimo deduzir todos os diagramas do do dia-tipo, quando alguns deles, como se sabe, têm formas nìtidamente diferentes.

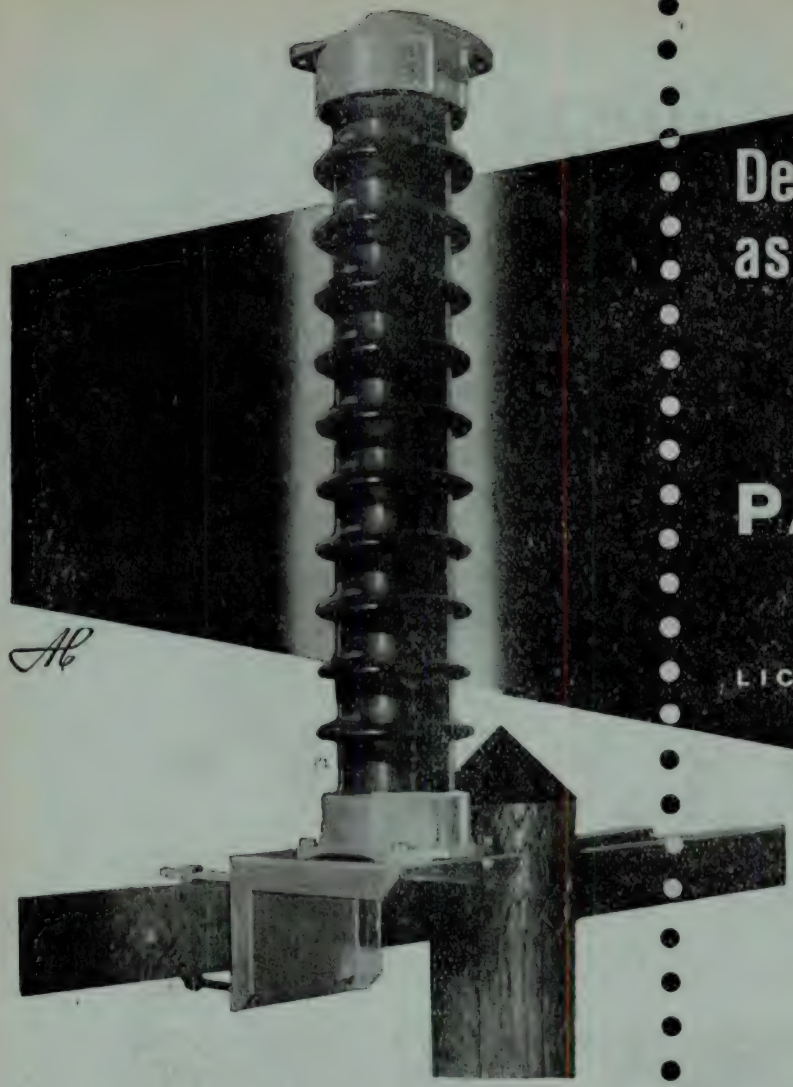
RÉSUMÉ

La comparaison de la consommation d'énergie électrique des divers jours de la semaine, par l'emploi de facteurs de ponderaison

L'A.. après avoir donné un aperçu de la méthode de M. Weissert, selon la transcrition parue dans le Bull. de l'ASE n.º 3 (1955), indique les modifications envisagées pour l'appliquer au cas portugais, spécialement celles dues à la consommation de la grande industrie électro-chimique non permanente, et au fonctionement des centrales thermiques, qui, au Portugal, ont un caractère d'appoint.

Ensuite, l'A. étudie les cas des jours ouvrables normaux et ceux des jours fériés et spéciaux, résumant en quelques tableaux et grafiques les donnés principales et présentant ensuite les principales conclusions et résultats.

Finalement, l'A. donne quelques brefs renseignements sur certains cas pratiques, où l'emploi de la méthode lui semble rendre des services utiles.



Defenda eficazmente as suas instalações

com a protecção que lhes pode ser dada pelos

PÁRA-RAIOS ACEC

LICENÇA WESTINGHOUSE

ACEC CHARLEROI

PRODUTO DA MAIS RECENTE E APERFEIÇOADA TÉCNICA DE FABRICAÇÃO

Tipo AX

Pára-raios de expulsão, destinado à protecção de transformadores de distribuição.

Tensão nominal: 0,75 kV a 15 kV

Tipo ASV

Pára-raios de resistência variável, para instalações de grande importância.

Tensão nominal a partir de 3 kV

Tipos ALV e ALS

Pára-raios de resistência variável, para instalações de média importância.

ALV — Tensão nominal: 3 a 25 kV

ALS — Tensão nominal de 0,15 a 0,75 kV

Tipo ALVS

Pára-raios de resistência variável, para instalações importantes.

Tensão nominal de 20 a 85 kV

FABRICANTES

ACEC — ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI

CHARLEROI · BÉLGICA

REPRESENTANTES GERAIS

INEL - INDÚSTRIAS ELÉCTRICAS ASSOCIADAS

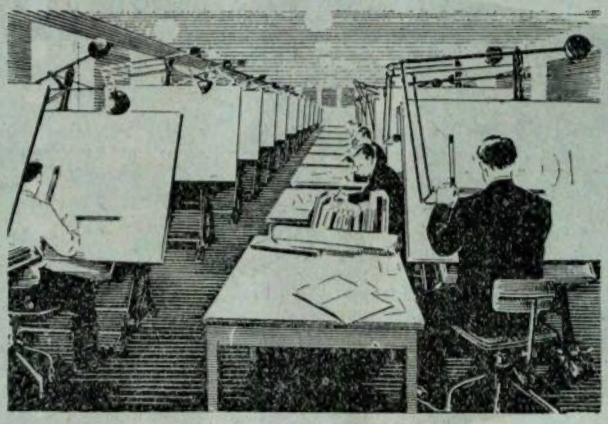
SEDE EM LISBOA: RUA RODRIGO DA FONSECA, 76, 4.º
TELEF. 40174, 47355, 55317, 56582 • 57158 — TELEG.: INELA-LISBOA

DELEGAÇÃO NO PORTO: RUA DE SANTA CATARINA, 470
TELEF. 28841, 28842 • 28843 — TELEG.: INELAPO-PORTO

Serviços técnicos

Anúncio 1

SECÇÃO DE PROPOSTAS

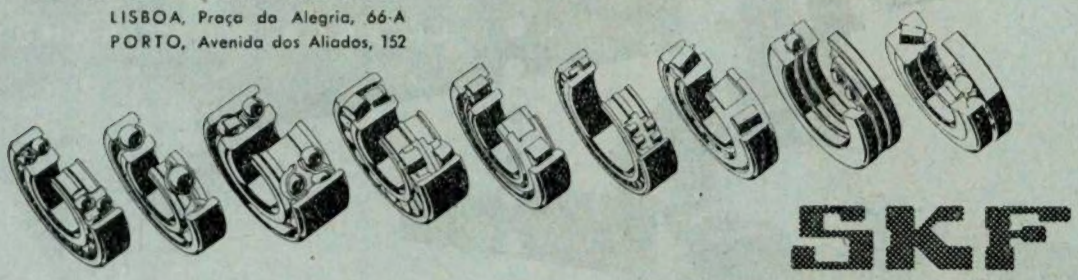


Em todos os estabelecimentos SKF existem técnicos e engenheiros especializados ao dispor de quem os queira consultar sobre tudo quanto diga respeito a rolamentos, bem como a prestarem toda a colaboração na escolha dos mesmos e controlar a sua montagem.

Também, para um maior desenvolvimento do seu serviço técnico, faz a SKF um constante intercâmbio entre os seus estabelecimentos de todo o mundo.

SOCIEDADE SKF LIMITADA

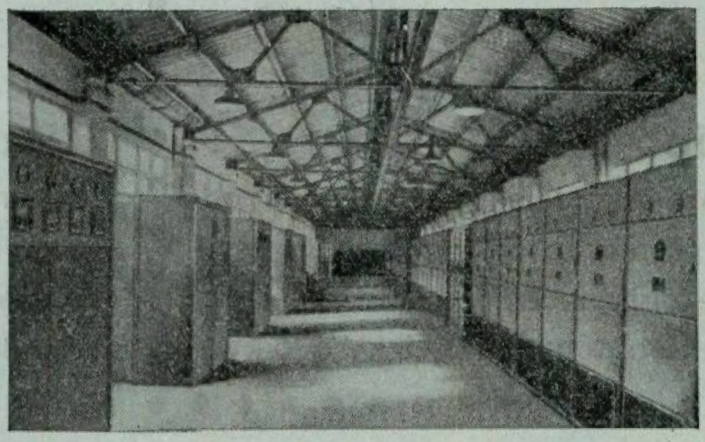
LISBOA, Praça da Alegria, 66-A
PORTO, Avenida dos Aliados, 152



SKF

Corrente Continua para a Indústria

RECTIFICADORES DE VAPOR DE MERCÚRIO



Projectados pelos engenheiros especialistas da BTH, e construídos por homens com longa experiência neste tipo de equipamento de conversão os rectificadores BTH, pelo seu serviço eficiente e seguro alcançaram no mundo inteiro uma reputação sem igual.

A figura mostra parte de uma instalação de rectificadores em tanque de aço, sem bomba da União Fabril do Azoto-Alferrarede. Estes rectificadores alimentam dois conjuntos de células electrolíticas de 15.000 amp. 600 volts que fornecem hidrogénio para produção de amónio.

THE **BRITISH THOMSON-HOUSTON** COMPANY LIMITED, RUGBY ENGLAND
Member of the AEI group of companies

REPRESENTANTES GERAIS
GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA
RUA DO NORTE, 5 – LISBOA • RUA SÁ DA BANDEIRA, 585 – PORTO

A 4654

Ano de 1954 QUADRO 1

2.ª feira N = 50

Intervalos	850 869	870 889	890 909	910 929	930 949	950 969	970 989	
Valor médio	860	880	900	920	940	960	980	
n	1	0	2	24	9	11	3	
$f = \frac{n}{N}$	2	0	4	48	18	22	6	

Não inclui: 2.ª Páscoa — 835; 1 de Novembro — 563
Média ponderada — 934

3.ª feira N = 51

Intervalos	930 949	950 969	970 989	990 1.009	1.010 1.029	1.030 1.049	1.050 1.069	
Valor médio	940	960	980	1.000	1.020	1.040	1.060	
n	1	4	15	26	4	1	0	
$f = \frac{n}{N}$	2	7,8	29,4	51,0	7,8	2		

Não inclui: 3.ª Carnaval — 780
Média ponderada — 992

5.ª feira N = 49

Intervalos	930 949	950 969	970 989	990 1.009	1.010 1.029	1.030 1.049	1.050 1.069	
Valor médio	940	960	980	1.000	1.020	1.040	1.060	
n	1	5	6	22	11	3	1	
$f = \frac{n}{N}$	2,0	10,2	12,2	44,9	22,4	6,1	2,0	

Não inclui: 10 de Junho — 640; Corpo de Deus — 614; feriado Porto — 858
Média ponderada — 1.000

6.ª feira N = 49

Intervalos	930 949	950 969	970 989	990 1.009	1.010 1.029	1.030 1.049	1.050 1.069	
Valor médio	940	960	980	1.000	1.020	1.040	1.060	
n	3	2	8	21	12	3	0	
$f = \frac{n}{N}$	6,1	4,1	16,3	42,9	24,5	6,1	0	

Não inclui: 6.ª feira Santa-853; V. Natal-825; V. Ano Novo-906; Ano Novo-597
Média ponderada — 999

Sábado N = 49

Intervalos	870 889	890 909	910 929	930 949	950 969	970 989	990 1.009	
Valor médio	880	900	920	940	960	980	1.000	
n	3	15	11	14	4	1	1	
$f = \frac{n}{N}$	6,1	30,6	22,4	29,5	8,2	2,1	2,1	

Não inclui: Sábado de Aleluia — 865; Natal — 525
Média ponderada — 923

Domingo N = 51

Intervalos	530 549	550 569	570 589	590 609	610 629	630 649	650 669	
Valor médio	540	560	580	600	620	640	660	
n	1	7	13	17	11	1	1	
$f = \frac{n}{N}$	2	13,7	25,5	33,2	21,6	2	2	

Não inclui: Domingo dia 26 de Dezembro — 514
Média ponderada — 595

Ano de 1955 QUADRO 2

2.ª feira N = 50

Intervalos	850 869	870 889	890 909	910 929	930 949	950 969	970 989	990 1.009
Valor médio	860	880	900	920	940	960	980	1.000
n	—	2	4	21	15	2	5	1
$f = \frac{n}{N}$		4	8	42	30	4	10	2

Não inclui: 2.ª Páscoa — 804
Média ponderada — 932

3.ª feira N = 50

Intervalos	930 949	950 969	970 989	990 1.009	1.010 1.029	1.030 1.049	1.050 1.069	
Valor médio	940	960	980	1.000	1.020	1.040	1.060	
n	1	5	14	23	5	2		
$f = \frac{n}{N}$	2	10	28	46	10	4		

Não inclui: Carnaval — 826
Média ponderada — 993

5.ª feira N = 49

Intervalos	930 949	950 969	970 989	990 1.009	1.010 1.029	1.030 1.049	1.050 1.069	1.070 1.089
Valor médio	940	960	980	1.000	1.020	1.040	1.060	1.080
n	2	2	5	24	14	1	1	
$f = \frac{n}{N}$	4,1	4,1	10,2	49,0	28,6	2,0	2,0	

Não inclui: Corpo de Deus — 590; 1 de Dezembro — 925; 8 de Dezembro — 614
Média ponderada — 1.002

6.ª feira N = 49

Intervalos	930 949	950 969	970 989	990 1.009	1.010 1.029	1.030 1.049	1.050 1.069	
Valor médio	940	960	980	1.000	1.020	1.040	1.060	
n	—	2	15	18	11	1	2	
$f = \frac{n}{N}$		4,1	30,6	36,7	22,4	2,0	4,1	

Não inclui: 6.ª feira Santa — 840; 10 de Junho — 565; feriado Porto — 875
Média ponderada — 1.000

Sábado N = 49

Intervalos	850 869	870 889	890 909	910 929	930 949	950 969	970 989	990 1.009
Valor médio	860	880	900	920	940	960	980	1.000
n	—	6	16	12	9	4	2	
$f = \frac{n}{N}$		12,2	32,6	24,5	18,4	8,2	4,1	

Não inclui: 1 de Janeiro-55-612; Aleluia-854; 11 de Junho (ponte)-835; V. Natal-776
Média ponderada — 918

Domingo N = 51

Intervalos	510 529	530 549	550 569	570 589	590 609	610 629	630 649	650 669
Valor médio	520	540	560	580	600	620	640	660
n	—	3	9	23	9	4	2	1
$f = \frac{n}{N}$		5,9	17,7	45,2	17,7	7,9	3,6	2

Não inclui: dia de Natal — 513
Média ponderada — 585

Biénio 1954-55 QUADRO 3

2.ª feira N = 100

Intervalos	850 869	870 889	890 909	910 929	930 949	950 969	970 989	990 1.009
Valor médio	860	880	900	920	940	960	980	1.000
n	1	2	6	45	24	13	8	1
$f = \frac{n}{N}$	1	2	6	45	24	13	8	1

Média ponderada — $\bar{x} = 929$ $\sigma = 24,5$ $\varepsilon_a = 18,9$
Valor médio do intervalo mais provável — 920

3.ª feira N = 101

Intervalos	930 949	950 969	970 989	990 1.009	1.010 1.029	1.030 1.049	1.050 1.069	
Valor médio	940	960	980	1.000	1.020	1.040	1.060	
n	2	9	29	49	9	3	—	
$f = \frac{n}{N}$	2	8,9	28,7	48,5	8,9	3	—	

Média ponderada — $\bar{x} = 992$ $\sigma = 18,7$ $\varepsilon_a = 15,1$
Valor médio do intervalo mais provável — 1.000

5.ª feira N = 98

Intervalos	930 949	950 969	970 989	990 1.009	1.010 1.029	1.030 1.049	1.050 1.069	
Valor médio	940	960	980	1.000	1.020	1.040	1.060	
n	3	7	11	46	25	4	2	
$f = \frac{n}{N}$	3,1	7,1	11,3	47	25,4	4,1	2	

Média ponderada — $\bar{x} = 1.001$ $\sigma = 22,6$ $\varepsilon_a = 15,3$
Valor médio do intervalo mais provável — 1.000

6.ª feira N = 98

Intervalos	930 949	950 969	970 989	990 1.009	1.010 1.029	1.030 1.049	1.050 1.069	
Valor médio	940	960	980	1.000	1.020	1.040	1.060	
n	3	4	23	39	23	4	2	
$f = \frac{n}{N}$	3,1	4,3	23,5	40,3	23,5	4,3	2	

Média ponderada — $\bar{x} = 1.000$ $\sigma = 22,4$ $\varepsilon_a = 15,7$
Valor médio do intervalo mais provável — 1.000

Sábado N = 98

Intervalos	850 869	870 889	890 909	910 929	930 949	950 969	970 989	990 1.009
Valor médio	860	880	900	920	940	960	980	1.000
n	—	9	31	23	23	8	3	1
$f = \frac{n}{N}$	—	9,2	31,6	23,5	23,5	8,1	3,1	1

Média ponderada — $\bar{x} = 920$ $\sigma = 26,1$ $\varepsilon_a = 20,6$
Valor médio do intervalo mais provável — 900

Domingo N = 102

Intervalos	510 529	530 549	550 569	570 589	590 609	610 629	630 649	650 669
Valor médio	520	540	560	580	600	620	640	660
n	—	4	16	36	26	15	3	2
$f = \frac{n}{N}$	—	3,9	15,7	35,4	25,5	14,3	3	2

Média ponderada — $\bar{x} = 590$ $\sigma = 24,7$ $\varepsilon_a = 20$
Valor médio do intervalo mais provável — 580